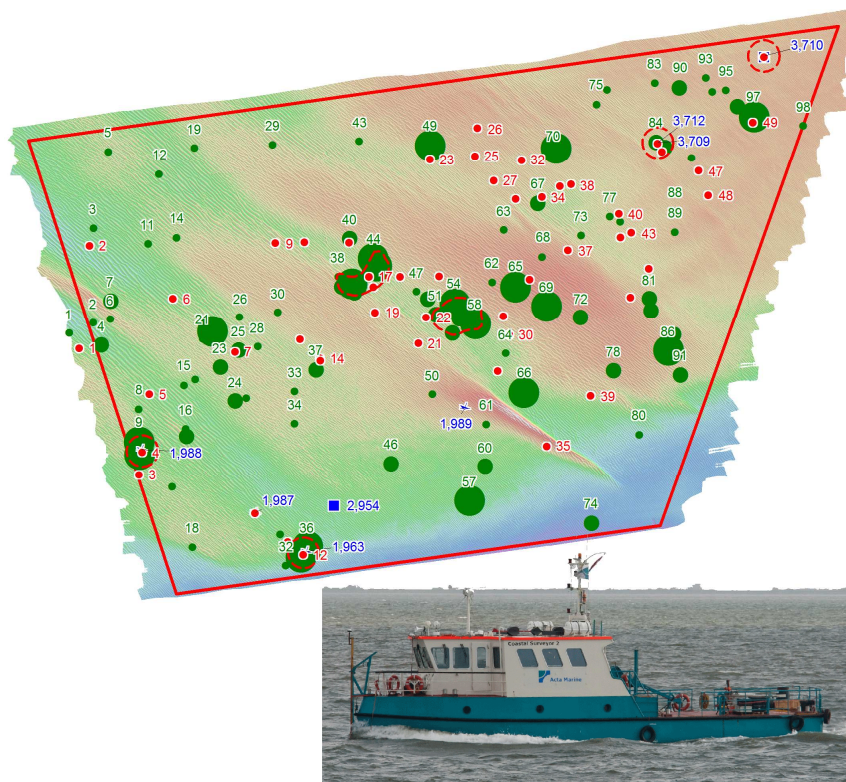


Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek

Noordzee, Zandwingsgebied P18J-West



Periplus Archeomare rapportnr. 13A009-01-R-01

Auteurs

S. van den Brenk
L.A. Muis
R. van Lil

In opdracht van



**Port of
Rotterdam**

Havenbedrijf
Rotterdam n.v.

Havenbedrijf Rotterdam N.V.

2.0	22-05-2013
1.0	03-05-2013
Revisienummer	Datum



Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek

Noordzee, Zandwingebied P18J-West

Periplus Archeomare rapportnr. 13A009-01-R-01

Auteurs

S. van den Brenk
L.A. Muis
R. van Lil

In opdracht van



Havenbedrijf Rotterdam N.V.

2.0	22-05-2013
1.0	03-05-2013
Revisie nummer	Datum

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 13A009-01-R-01

Archeologisch Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek
Noordzee, Zandwingebied P18J-West

Auteurs: S. van den Brenk, L.A. Muis en R. van Lil

In opdracht van: Havenbedrijf Rotterdam N.V.
Contactpersoon: T. Schmidt

© Periplus Archeomare - mei 2013

Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.

Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo

ISBN 978-90-78944-69-0



Periplus Archeomare

Asterweg 17 A4
1031 HL Amsterdam
Tel: 020-6367891
Fax: 020-6361865
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
1. Inleiding.....	5
1.1. Bronnen.....	7
2. Resultaten bureauonderzoek.....	9
2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb).....	9
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb).....	10
2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb).....	11
2.4. Aardwetenschappelijke gegevens (LS04wb).....	14
2.5. Archeologische waarden (LS04wb).....	17
2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05wb).....	21
3. Inventariserend geofysisch veldonderzoek.....	23
3.1. Eisen aan de metingen.....	23
3.2. Methoden en technieken.....	24
3.3. Opnamemethodiek.....	26
3.4. Interpretatie en rapportage.....	26
4. Resultaten veldonderzoek.....	27
4.1. Multibeam.....	27
4.2. Side scan sonar.....	31
4.3. Magnetometer.....	32
4.4. Archeologische aandachtsgebieden.....	35
5. Conclusies en beantwoording onderzoeksvragen.....	47
6. Advies.....	51
Lijst met afbeeldingen.....	53
Lijst met tabellen.....	53
Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen.....	54
Referenties.....	55

Bijlage 1. Lijst met side scan sonar contacten

Bijlage 2. Lijst met magnetische anomalieën

Bijlage 2. Protocol KNA waterbodems

Bijlage 4. CD-rom met digitale bestanden

Tabel 1. Archeologische perioden

Periode	Tijd in jaren				
<i>Nieuwe tijd</i>	1500	na Chr.	-	heden	
<i>Late-Middeleeuwen</i>	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
<i>Vroege-Middeleeuwen</i>	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
<i>Romeinse tijd</i>	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
<i>IJzertijd</i>	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
<i>Bronstijd</i>	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
<i>Neolithicum (Nieuwe Steentijd)</i>	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
<i>Mesolithicum (Midden Steentijd)</i>	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
<i>Paleolithicum (Oude Steentijd)</i>	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

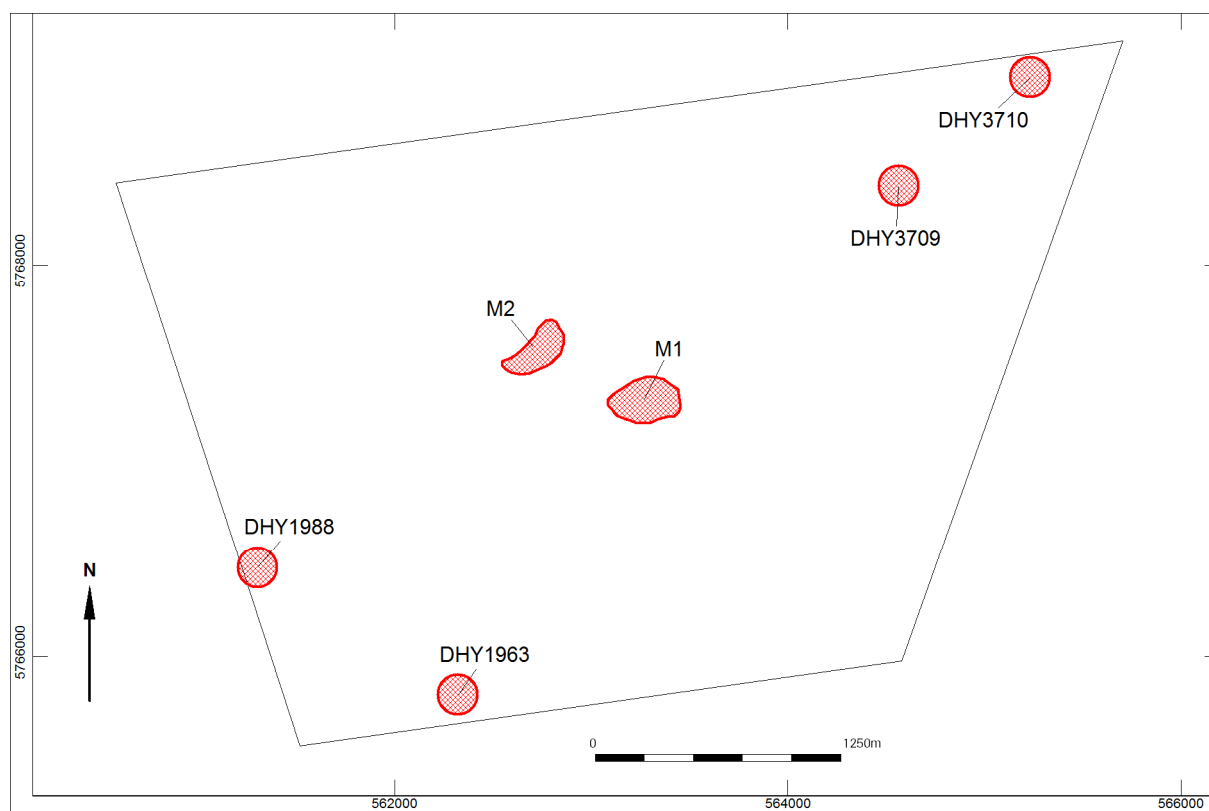
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

<i>Plaats:</i>	Maasgeul																																										
<i>Toponiem:</i>	Zandwingebied P18J-West																																										
<i>Kaartblad:</i>	1801-07																																										
<i>Waterkundige gegevens:</i>	Zout water, getijdegebied. diepte waterbodem variërend -20 tot -25 m LAT, dynamisch zandbodem met plaatselijk zandgolven en megaribbels.																																										
<i>Coördinaten Hoekpunten</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">ED50 UTM zone 31N</th> <th colspan="2">WGS84 UTM zone 31N</th> <th colspan="2">RD</th> </tr> <tr> <th>Nr</th> <th>Easting</th> <th>Northing</th> <th>Easting</th> <th>Northing</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D</td> <td>561612</td> <td>5765766</td> <td>561520</td> <td>5765556</td> <td>52747</td> <td>450924</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>560677</td> <td>5768634</td> <td>560585</td> <td>5768424</td> <td>51906</td> <td>453822</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>565799</td> <td>5769357</td> <td>565706</td> <td>5769147</td> <td>57051</td> <td>454377</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>564672</td> <td>5766198</td> <td>564580</td> <td>5765988</td> <td>55820</td> <td>451256</td> </tr> </tbody> </table>		ED50 UTM zone 31N		WGS84 UTM zone 31N		RD		Nr	Easting	Northing	Easting	Northing	X	Y	D	561612	5765766	561520	5765556	52747	450924	C	560677	5768634	560585	5768424	51906	453822	E	565799	5769357	565706	5769147	57051	454377	H	564672	5766198	564580	5765988	55820	451256
	ED50 UTM zone 31N		WGS84 UTM zone 31N		RD																																						
Nr	Easting	Northing	Easting	Northing	X	Y																																					
D	561612	5765766	561520	5765556	52747	450924																																					
C	560677	5768634	560585	5768424	51906	453822																																					
E	565799	5769357	565706	5769147	57051	454377																																					
H	564672	5766198	564580	5765988	55820	451256																																					
<i>Bevoegd gezag:</i>	Rijkswaterstaat																																										
<i>Adviseur namens het bevoegd gezag:</i>	A. Otte (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed)																																										
<i>ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):</i>	56336																																										
<i>Periplus-project code:</i>	13A009-01-R-01																																										
<i>Periode van uitvoering:</i>	april 2013																																										
<i>Beheer en plaats documentatie:</i>	Periplus Archeomare, Amsterdam																																										

Samenvatting

In opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam N.V. heeft Periplus Archeomare een bureauonderzoek en een analyse van een geofysische dataset uitgevoerd voor een toekomstig zandwingebied P18J-west ten noorden van de Maasgeul op de Noordzee.

Op basis van de onderzoeksresultaten zijn op zes locaties binnen het plangebied structuren of objecten aangetroffen waarvan niet met zekerheid kan worden gesteld dat het niet om archeologische waarden gaat. Wel kan geconcludeerd worden dat deze objecten en structuren baggerobstakels kunnen vormen. Geadviseerd wordt daarom deze locaties met een straal van 100 meter rondom te ontzien bij de zandwinning. Mocht dit niet haalbaar zijn, dan wordt geadviseerd om de aard van deze objecten en structuren vast te stellen door middel van een inventariserend veldonderzoek onder water door middel van duikinspecties of een ROV-onderzoek.



Afbeelding 1. Overzicht van de locaties die ontzien dienen te worden bij de zandwinning.

Voor het plangebied wordt geadviseerd om tijdens de werkzaamheden in het gebied (passieve) archeologische begeleiding in het bestek op te nemen, omdat het nog steeds mogelijk is dat archeologische resten zich volledig afgedekt in de ondergrond bevinden. In het geval een vondst wordt gedaan tijdens de werkzaamheden, dient conform de Monumentenwet 2007 het bevoegd gezag onmiddellijk van de vondst in kennis te worden gesteld.

1. Inleiding

In opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam N.V. heeft Periplus Archeomare een bureauonderzoek en een analyse van een geofysische dataset uitgevoerd voor een toekomstig zandwingebied P18J-west ten noorden van de Maasgeul op de Noordzee.

Aanleiding

In de Wet op de Archeologische Monumentenzorg (2007), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door de zandwinning in de Noordzeebodem kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd, geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het verwerven van informatie over bekende of verwachte archeologische waarden binnen het omschreven gebied.¹ In bijlage 3 wordt het protocol KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) voor waterbodems weergegeven.

Voor een archeologisch bureauonderzoek waterbodems, uitgebreid met een analyse van beschikbare geofysische gegevens, zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

Algemene onderzoeksvragen: verwachtingsmodel

- Wat is de archeologische verwachting van het plangebied, gebaseerd op archeologische, historische en bodemkundige bronnen, gespecificeerd naar zone en indien mogelijk stratigrafische positionering?
- Kan dit nader worden gespecificeerd naar omvang, ligging, aard en datering?
- Zijn er in het plangebied recente bodemverstoringen geweest die relevant zijn voor dit onderzoek?
- Worden bij de geplande ingreep potentiële archeologische vindplaatsen verstoord?

Onderzoeksvragen met betrekking tot de beschikbare geofysische gegevens

Algemene vragen met betrekking tot de site

- Zijn er binnen de geselecteerde archeologische verwachtingszones fenomenen waarneembaar op of aan de waterbodem?
- Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?
- Indien deze fenomenen als antropogeen worden geïdentificeerd, om welke classificatie gaat het hier dan (archeologische objecten, niet-geëxplodeerde explosieven (NGE) en baggerobstakels)?
- Indien deze fenomenen als natuurlijk worden geïdentificeerd: om welke natuurlijke fenomenen gaat het hier dan?
- Is het mogelijk om op basis van het akoestische beeld zones met een hoge, middelhoge of lage activiteit van de waterbodem aan te wijzen?
- Wat is de relatie tussen de aangetroffen objecten en het reliëf van de bodem?
- Kunnen aan de hand van de beschikbare gegevens uitspraken gedaan worden over de samenstelling van de waterbodem?
- Indien geen akoestische fenomenen worden waargenomen, zijn er dan aanwijzingen dat dit het gevolg is van natuurlijke processen of van menselijk handelen?

Vragen met betrekking tot antropogene objecten/site

- Zijn er indicaties over de ouderdom?
- Wat zijn de vermoedelijke dimensies van de site?
- Wat is de aard en conditie van de waargenomen objecten?

¹ Het bureauonderzoek is de eerste stap in het archeologische vooronderzoek in het kader van een geplande bodemingreep, vastgelegd in de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) waterbodems 3.1. Zie ook: http://www.sikb.nl/inhoud_generiek.asp?L=2&id=179.

Onderzoeksvragen met betrekking tot methoden en technieken

- In hoeverre voldoen de geofysische gegevens om het verwachtingsmodel te toetsen?
- In het verlengde van het voorgaande: is aanvullend onderzoek nodig?

- Indien eventuele archeologische waarden niet kunnen worden behouden, welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van deze waarden (hun ligging, aard en datering) voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit.

Het bureauonderzoek is uitgevoerd in april 2013 door L.A. Muis (KNA-Archeoloog waterbodems), R. van Lil (fysisch geografisch specialist) en S. van den Brenk (KNA senior prospector specialisme waterbodems)

Methoden

Deze rapportage is een combinatie van een bureauonderzoek en een analyse van de beschikbare geofysische data van het plangebied.

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 3.1). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

De analyse en rapportage van de geofysische dataset voldoet aan de eisen zoals gedefinieerd in KNA specificatie VS05m.

Voor het gedeelte van het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik
- Beschrijving van de huidige situatie
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05wb). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Voor de analyse van de geofysische data zijn *survey*gegevens, opgenomen in april 2013, geanalyseerd en gerapporteerd, met het verwachtingsmodel van het bureauonderzoek als uitgangspunt. De kwaliteit van de *survey*gegevens is getoetst aan de kwaliteitseisen die gesteld worden in de KNA voor een inventariserend onderzoek (opwaterfase). De resultaten van de analyse worden weergegeven in hoofdstuk 4.

Op basis van de gespecificeerde verwachting en resultaten van de geofysische analyse worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 5. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 6.

1.1. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Olie en Gasportaal 2008 (www.nlog.nl)
- Wrakkenregisters Dienst der Hydrografie
- SonarReg database, Rijkswaterstaat Noordzee
- TNO-NITG 2011; geologische boringen en kaarten
- Archis II, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Diverse bronnen op internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 57.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 56.

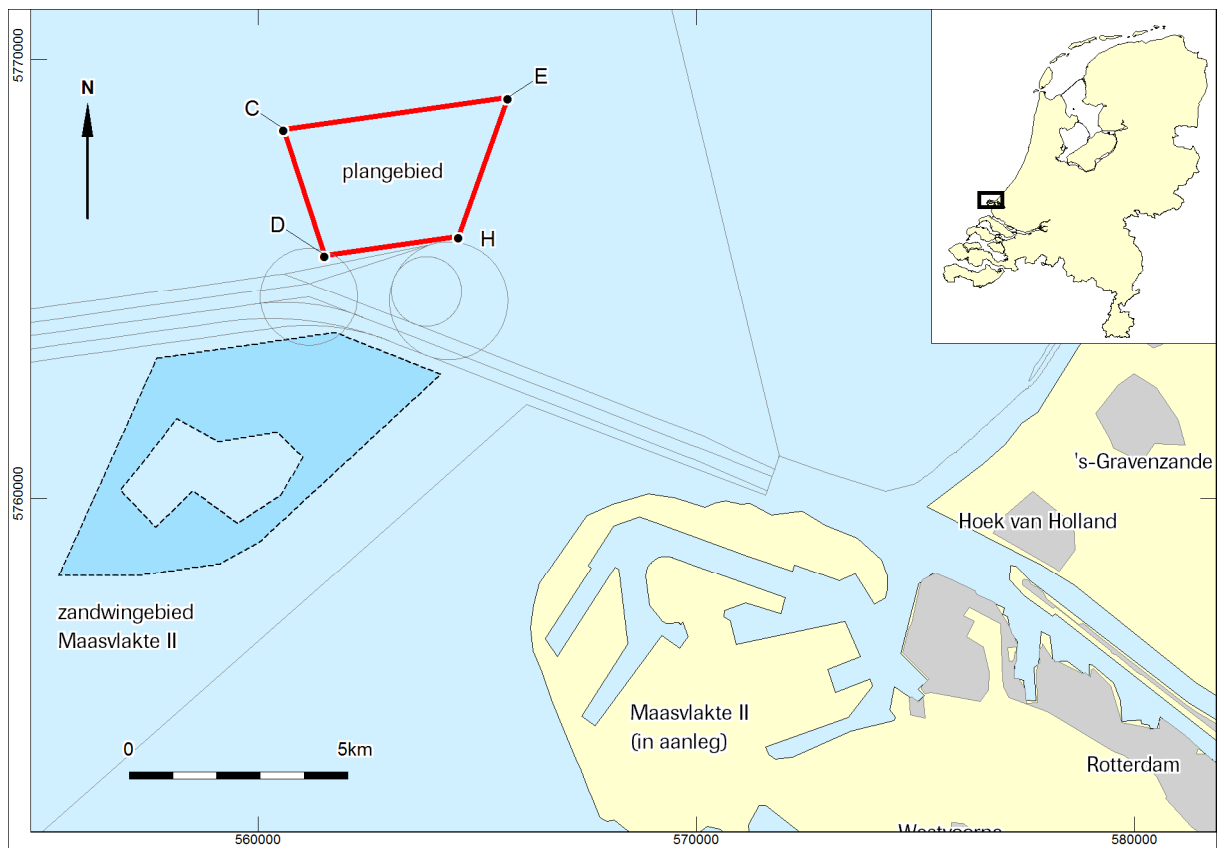
2. Resultaten bureauonderzoek

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)

De ligging van het plangebied is weergegeven in afbeelding 2. Het plangebied ligt 7 kilometer ten noordwesten van de Maasvlakte 2 en direct ten noorden van de draaicirkel noodankergebied. De coördinaten van het plangebied zijn als volgt gedefinieerd:

Nr	ED50 UTM zone 31N		WGS84 UTM zone 31N		RD	
	Easting	Northing	Easting	Northing	X	Y
D	561612	5765766	561520	5765556	52747	450924
C	560677	5768634	560585	5768424	51906	453822
E	565799	5769357	565706	5769147	57051	454377
H	564672	5766198	564580	5765988	55820	451256

Tabel 3. Definitie van het plangebied



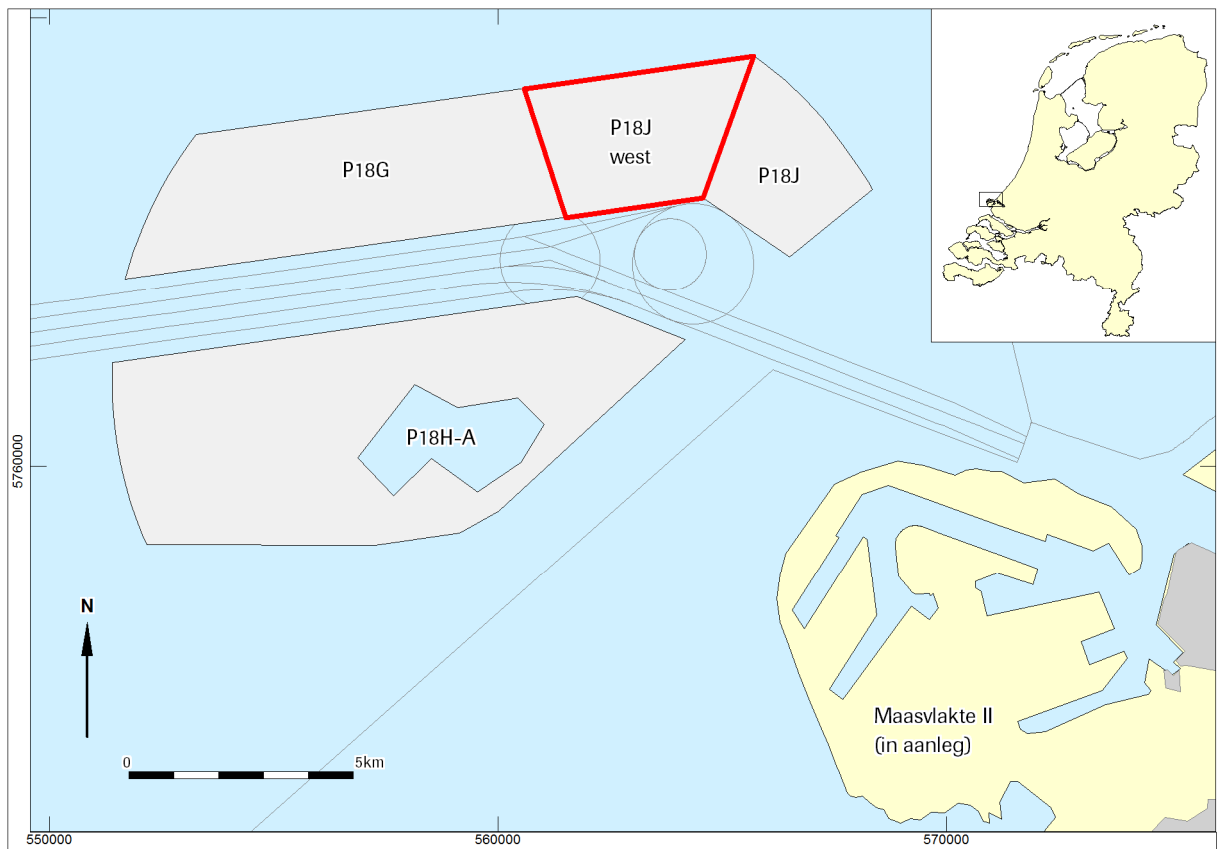
Afbeelding 2. Locatie van het plangebied.

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

In Nederland hebben de grootste droogleggingsprojecten plaatsgevonden, zowel qua oppervlakte als het gebruik van constructie materiaal. De Maasvlakte, in 1970 ontwikkeld als uitbereiding van de haven van Rotterdam, is het grootste project dat binnen de OSPAR² heeft plaatsgevonden met een oppervlakte van 2000 ha en 170 miljoen m³ aan constructie materiaal wat is gebruikt tijdens de ontwikkeling. Momenteel wordt de Maasvlakte uitgebreid met een tweede droogleggingsproject van 2000 ha, de Maasvlakte 2.

De beste locatie voor de zandwinning is na uitgebreid onderzoek vastgesteld. Er is rekening gehouden met natuurgebieden, dumpplekken voor munitie, militaire oefengebieden, kabel- en leidingstroken en archeologische vindplaatsen. Ook toekomstige locaties van bijvoorbeeld windmolenparken zijn meegenomen bij de bepaling waar zandwinning kan plaatsvinden. Tevens moet het drukke scheepvaartverkeer voor de kust altijd veilig doorgang vinden. Uiteindelijk is gekozen voor een zandwingebied dat bovendien relatief dicht bij Maasvlakte 2 ligt. Dat scheelt aanzienlijk in het transport en dus in de uitstoot van emissies.³

In afbeelding 3 is weergegeven in welke gebieden zandwinning voor de Maasvlakte 2 is toegestaan. Dit gebied bevindt zich aan beide zijden van het aanloop kanaal naar de haven van Rotterdam, de Euro- en Maasgeul. Van dit gebied van 60 km² is maar 15 km² nodig voor de eigenlijke zandwinning. Het grootste gedeelte zal gewonnen worden in het gebied ten zuiden van de Euro- Maasgeul. Binnen dit gebied is een uitsluitingsgebied aangewezen waar zandwinning niet is toegestaan vanwege de hoge concentratie van klei/ leem.⁴



Afbeelding 3. Locatie van de zandwingebieden.

² “Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan”. Het OSPAR-verdrag heeft als doel door internationale samenwerking het maritieme milieu in de Noordoostelijke Atlantische Oceaan (incl. de Noordzee) te beschermen.

³ <http://www.maasvlakte2.com/nl/index/show/id/481/Zandwinning+op+zee>

⁴ Stolk, A. Maasvlakte 2: A first step to large scale sand extraction

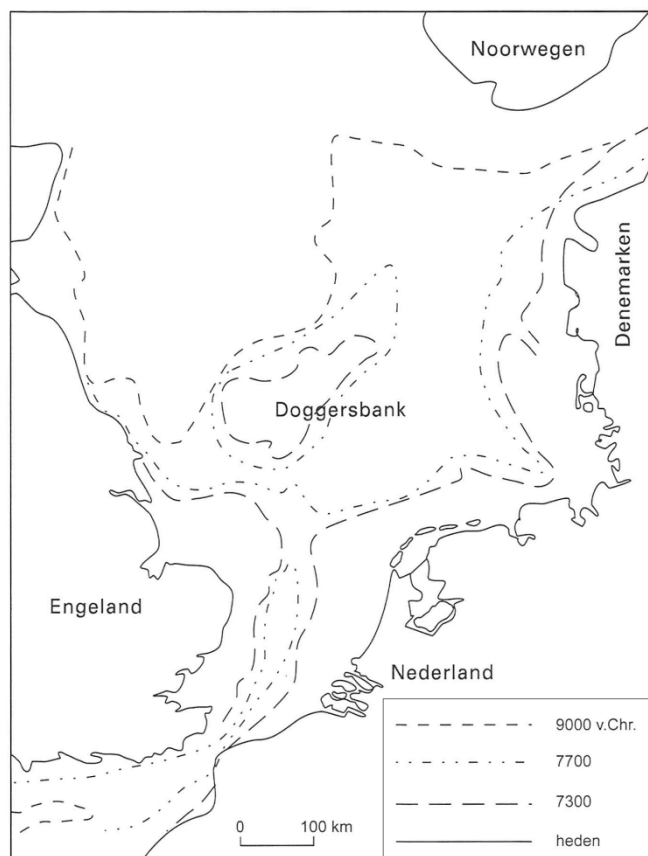
In afbeelding 3 zijn de zandwingebieden ten noorden (P18P/P18J) en ten zuiden (P18H) van het aanvoerkanaal naar de haven weergegeven. In het zuidelijke deel bevindt zich het uitsluitingsgebied (P18H-A) waar zandwinning niet is toegestaan.

Het onderzoeksgebied bevindt zich in het noordelijke zandwingebied P18J. Het betreft een deelgebied gelegen aan de westzijde, en is in gebruik als noodankergebied.

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied waren genoodzaakt naar hoger gelegen gebieden te vertrekken.⁵ Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevisst.



De zeespiegelstijging ging samen met het verdrinken van oude landschappen. Deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recentelijk is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.⁶

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de eerste Maasvlakte verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum* en *Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijkenmerken zijn onder te verdelen in clusters.⁷ Het laatste wijst er vermoedelijk op dat zich in de Noordzeebodem vindplaatsen bevinden die relatief onverstoord zijn.

Afbeelding 4. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Volle Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de

⁵ Gaffney e.a. 2005.

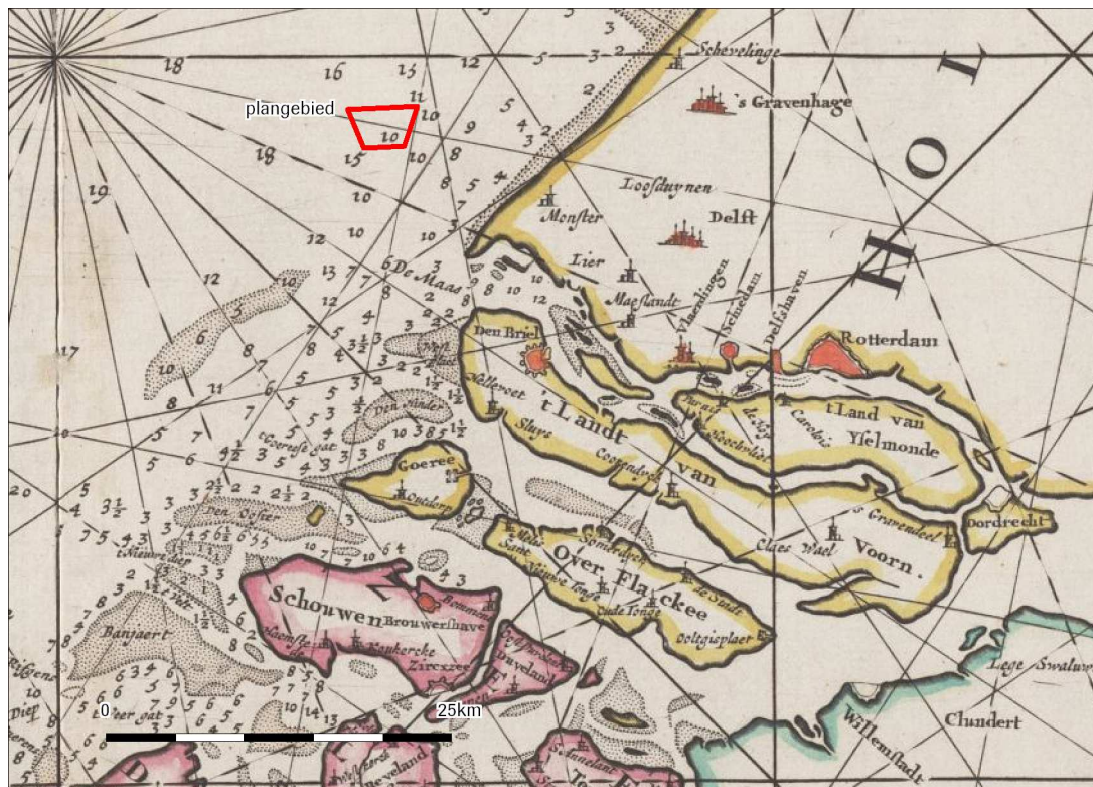
⁶ Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.

⁷ Verhart 2005 159.

Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland.⁸ Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.⁹ Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.¹⁰ Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden echter nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone.

Scheepvaart

De vroegste en meest concrete aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren vanaf de Bronstijd.¹¹ Het gaat dan wel om indirecte gegevens. Het zijn in Nederland gevonden bronzen voorwerpen die als grafgiften zijn meegegeven aan de doden. Van enkele van deze voorwerpen kan op basis van stijl gesteld worden dat ze Brits zijn en deze zijn per schip overgebracht naar het continent. Vanaf de eerste contacten in de Bronstijd is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege en volle Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.¹² Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. Afbeelding 5 toont de situatie in 1675; afbeelding 6 de situatie in 1852.



Afbeelding 5. Ligging van het plangebied op de Pascaert uit 1676 van Johannes van Keulen

⁸ Hessing 1995, 98.

⁹ Dijkstra en Ketelaar 1965.

¹⁰ Waasdorp 1999.

¹¹ Maarleveld en Van Ginkel 1990, 42-44.

¹² Kramer e.a. 2003; Cunliffe 2001, 484-488.



Afbeelding 6. Ligging van het plangebied op de kaart uit 1852 van Jacob Swart

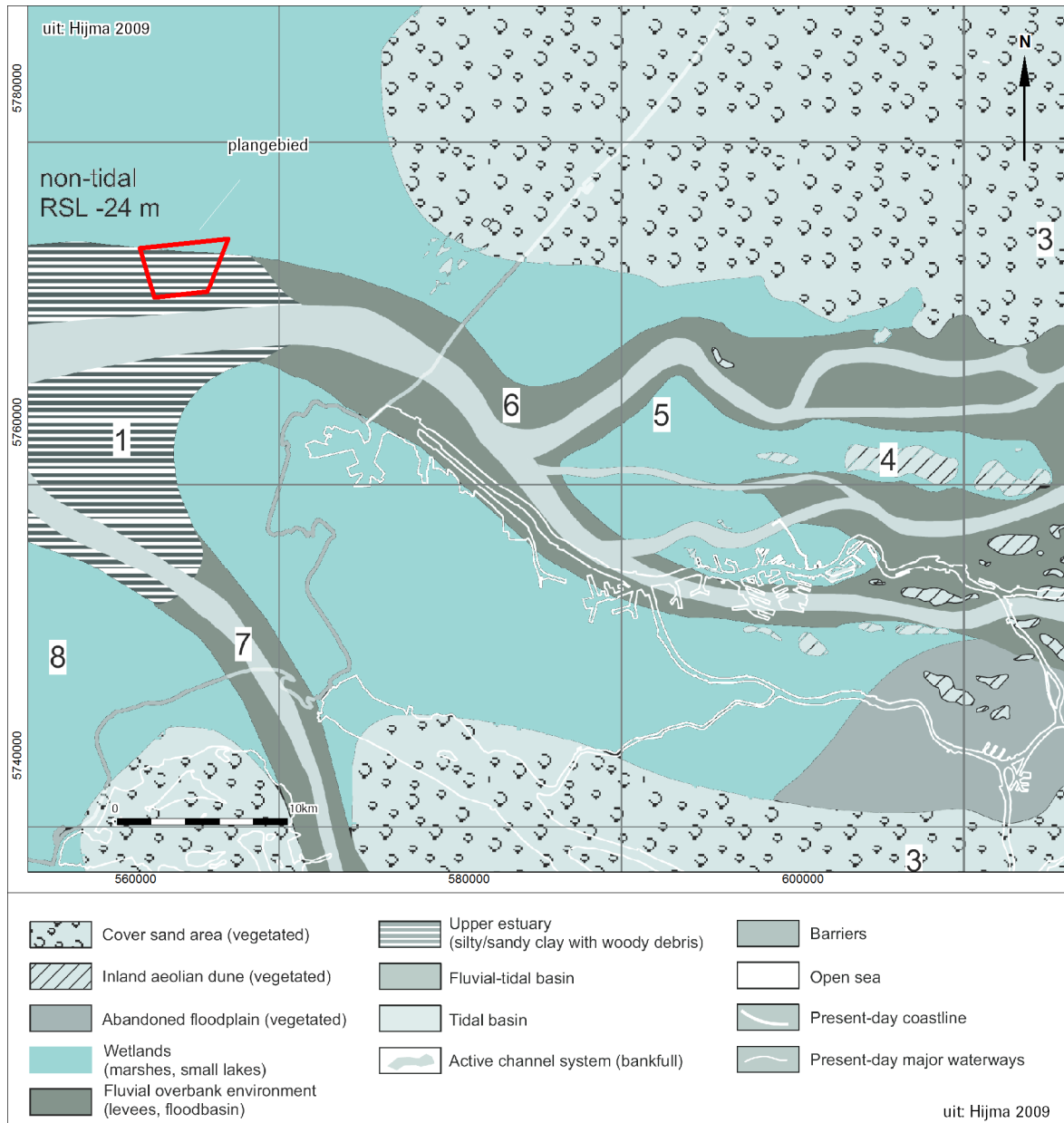
De scheepvaartgeschiedenis in hoofdlijnen is met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.

Bekende verstoringen in het plangebied

Het plangebied wordt aan de zuidzijde begrensd door de draaicircel van het noodankergebied; een feitelijke verbreding van de gebaggerde vaargeul. In het gebied bevinden zich geen kabels of pijpleidingen. Wel is het gebied in gebruik als noodankerplaats, waarbij uit ervaring met andere ankergebieden bekend is dat regelmatig verloren kabels, ankers en kettingen aangetroffen kunnen worden.

2.4. Aardwetenschappelijke gegevens (LS04wb)

De stijging van de zeespiegel die circa 12.000 jaar geleden aanving, vormt een bepalende factor in de ontwikkeling van het prehistorische landschap. Door de zeer snelle stijging van de zeespiegel neemt de hoeveelheid sediment die de Rijn kan transporteren, drastisch af. Dit leidt 10.000 jaar geleden tot de vorming van een breed estuarium met in toenemende mate zoutwatercondities ter plaatse van het huidige plangebied. Afbeelding 7 toont de paleogeografie rond 9100 cal BP en de ligging van het plangebied.^{13, 14} Met de zeespiegel stijgt ook het grondwater, waardoor een moerasgebied met kleine meren tot ontwikkeling kwam in het komgebied van de Rijn.



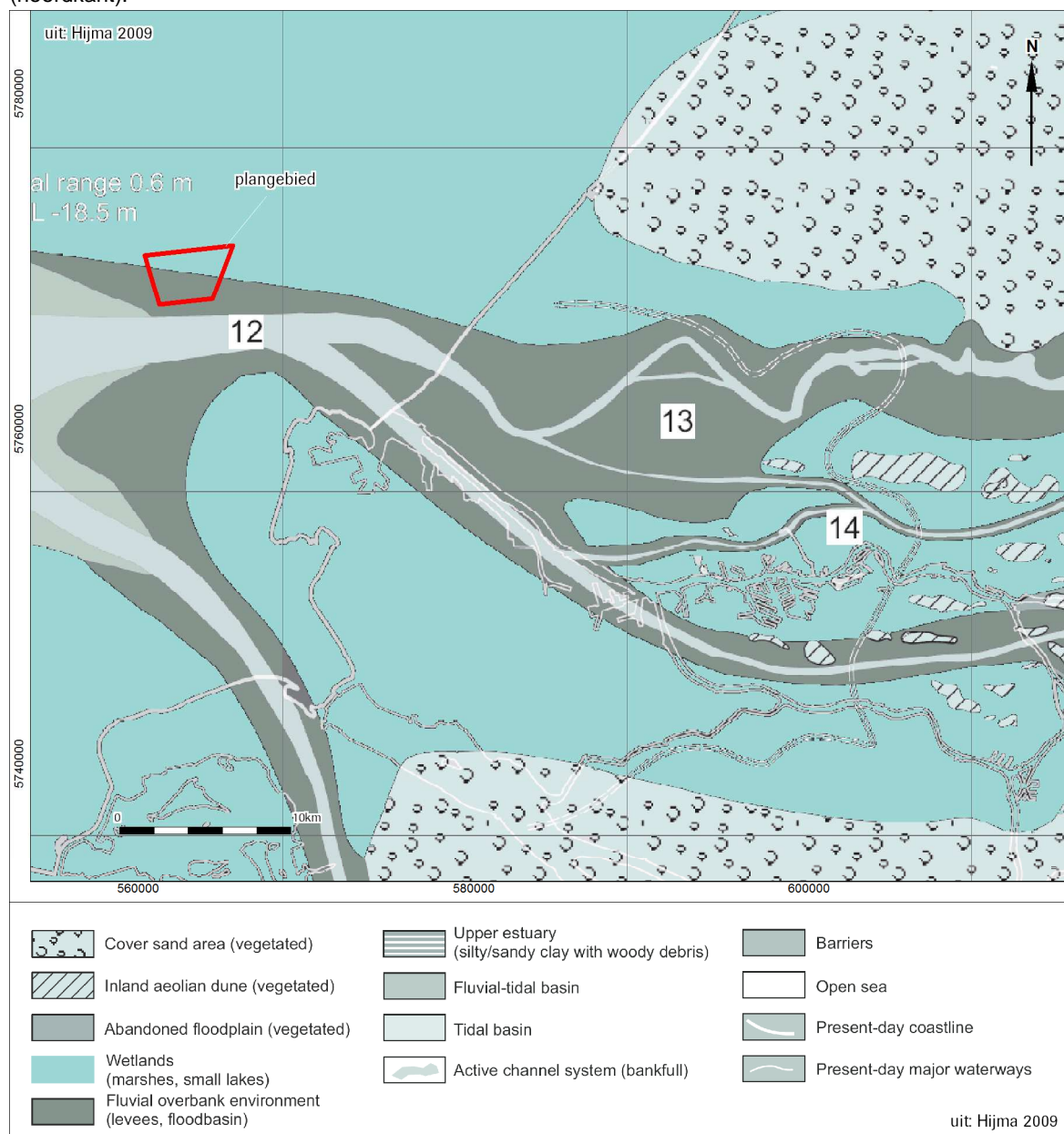
Afbeelding 7. Paleogeografie rond 9100 cal BP (uit: Hijma 2009) met een projectie van het plangebied (in rood)

Van 9.100 tot 8.000 jaar cal BP stijgt de zeespiegel van -24 meter NAP naar -13.5 meter NAP. Rond 8500 cal BP ligt het plangebied op de noordoever van de Rijn, direct ten oosten van het estuarium. Het plangebied vormt op

¹³ Let op: De begrenzing van de verschillende landschappelijke eenheden op dit kaartje zijn off-shore indicatief en kunnen zeker niet als exact worden geïnterpreteerd.

¹⁴ Hijma 2009.

dat moment de relatief hooggelegen overgang van de actieve geul (zuidkant) naar het drassige komgebied (noordkant).



Afbeelding 8. Paleogeografie rond 8500 cal BP (uit: Hijma 2009) met een projectie van het plangebied (in rood)

Daarna steeg, voorafgaand aan een intredende koude periode, de zeespiegel tussen 8.450 tot 8.200 cal BP extreem snel (2.1 meter per 100 jaar). Hierdoor verdronk het gebied ten westen van Rotterdam.¹⁵

Schüttenhelm en Laban hebben kaartjes gepubliceerd waarop:

1. de dikte van het pakket Holocene afzettingen in het Noordzeegebied en
2. de top van de Pleistocene Formaties die onder het Holocene dek schuil gaan, zijn aangegeven.¹⁶

Op basis van deze kaarten worden in de ondergrond van het plangebied zandige en grindige rivierafzettingen van de Formatie van Kreftenheye verwacht. De diepte waarop deze afzettingen voorkomen bedraagt 2,5 tot 5 m in het noordwestelijke deel en 5 tot 10 m in het zuidoostelijke deel van het plangebied. In en rondom het plangebied zijn

¹⁵ Hijma 2009.

¹⁶ Schüttenhelm & Laban 2005.

in het kader van dit onderzoek de beschrijvingen van 52 boringen bestudeerd.¹⁷ Het opgeboorde materiaal bestaat in hoofdzaak uit kalkrijk zand met uiteenlopende korrelgrootte (matig fijn tot zeer grof). Niveaus met kalkarm en kalkloos zand komen voor. In de boorbeschrijving is geen interpretatie vermeld van de formatie of het laagpakket waartoe de afzettingen worden gerekend. Uitzondering is boring B180655, waar het Pleistoceen wordt afgedekt door een slechts 40 cm dikke laag Holoceen zand. Hierbij moet worden aangetekend dat het om een interpretatie gaat, en geen zekere bepaling. Onderstaande afbeelding toont betreffende boorkern met duidelijk scheefgelaagde grofzandige afzettingen vanaf 1,4 m. De slecht gesorteerde grindige zanden zijn tijdens de *glacialen* afgezet door de Rijn. Gedurende de zomermaanden voerde de Rijn grote hoeveelheden smeltwater naar zee. Door de grote sedimentlast van zand en grind had de rivier een vlechtend karakter en een zeer brede bedding. De afzettingen dateren uit het *Laat-Pleistoceen* tot *Vroeg-Holoceen* (150.000 tot 11.000 jaar geleden). De afdekkende 0,4 meter dikke laag marien zand (de huidige waterbodembodem) behoort tot het Bligh Bank Laagpakket in de Southern Bight Formatie.



Afbeelding 9. Boorkern B180655 (bron: DINO-loket)

Slechts in een boring aan de zuidrand van het plangebied is klei aangetroffen. De donkergrijze kleilaag bevindt zich op 5,5 tot 6,9 m (= maximum boordiepte). De klei is sterk siltig, matig zandig, matig humeus en kalkrijk. Mogelijk betreft het de opvulling van een restgeul.

Samenvattend kan worden gesteld dat in het plangebied rivierafzettingen behorend tot de Formatie van Kreftenheye en een afdekkend pakket mariene zanden behorend tot het Bligh Bank Laagpakket voorkomen. Concrete aanwijzingen voor de aanwezigheid van - vanuit archeologisch oogpunt kansrijke - dekzandruggen en - kopjes of rivierduinen, ontbreken.

¹⁷ <http://www.dinoloket.nl/>.

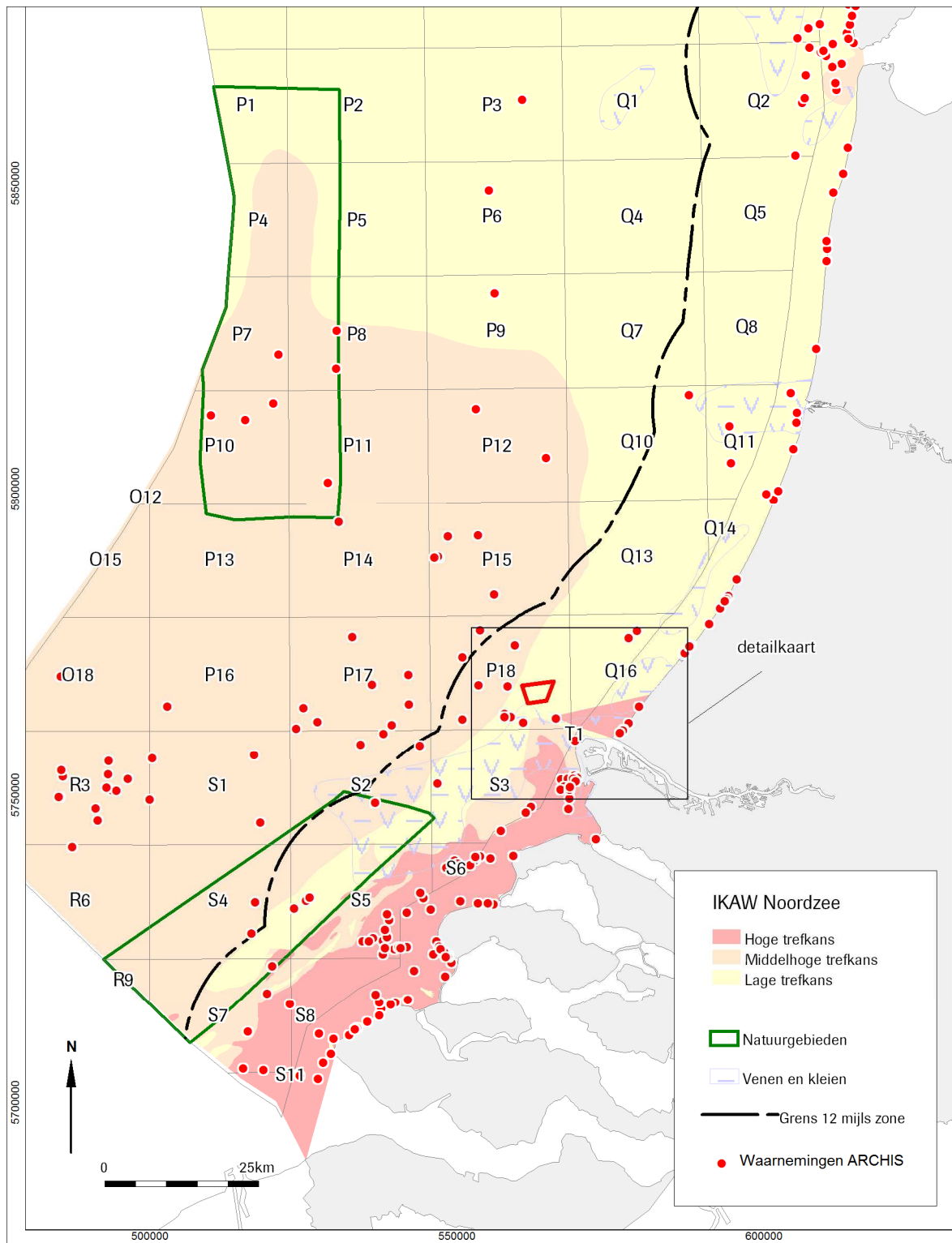
2.5. Archeologische waarden (LS04wb)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed is in samenwerking met Rijkswaterstaat Noordzee en TNO-NITG op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 10).¹⁸

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. Deze kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleine schaal van 1:500.000. De mate van conservering hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

¹⁸ IKAW 3^e generatie, RCE 2008.



Afbeelding 10. Overzichtskartaat archeologie- en natuurwaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

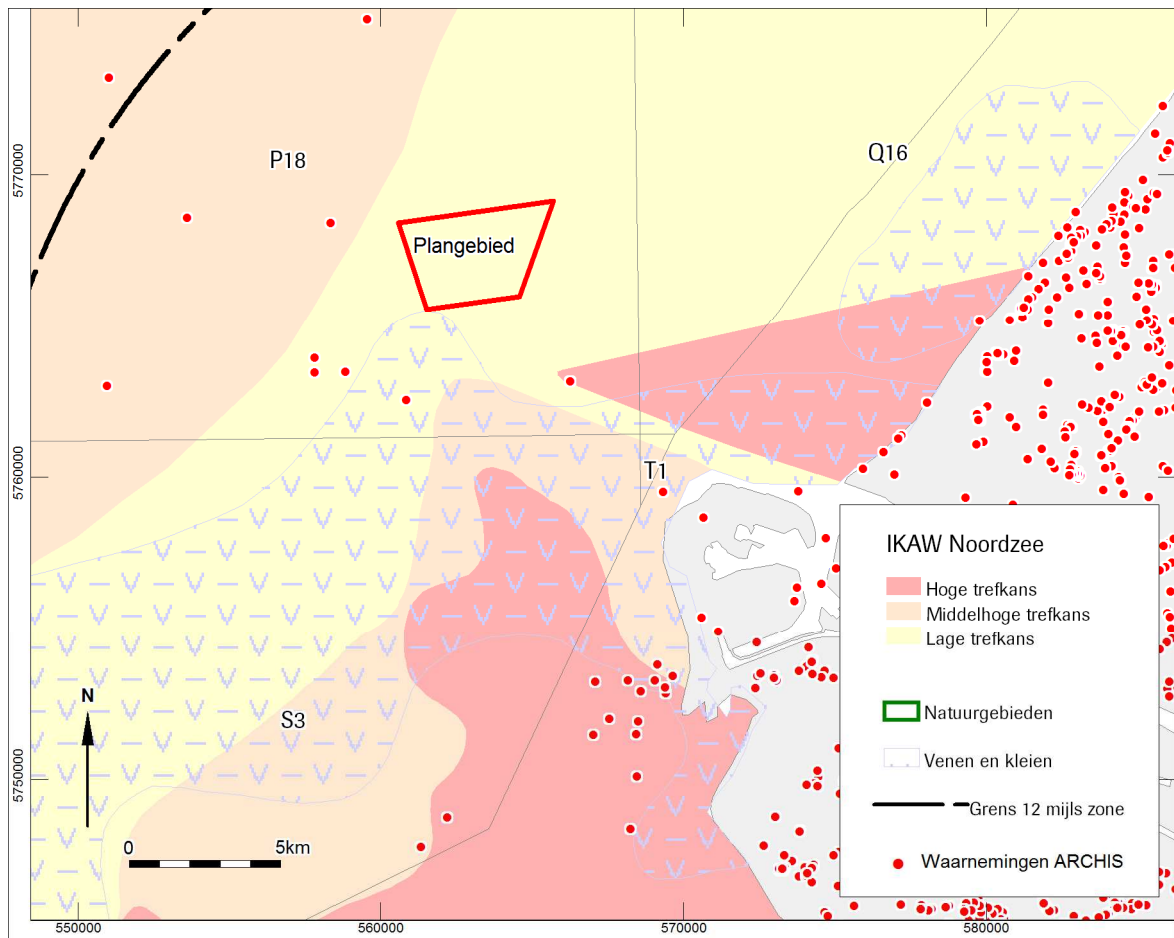
Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *Pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *Holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *Pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *Holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *Pleistocene* en vroeg-*Holocene* landschappen.

Uit recent onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.¹⁹ De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom in de toekomst moeten worden herzien.

Omgeving plangebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 125.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

De kans om archeologische resten in de zeebodem aan te treffen wordt volgens de *indicatieve kaart archeologische waarden* (IKAW) in het gehele plangebied laag geacht. Er zijn in ARCHIS binnen het plangebied geen waarnemingen bekend. Tijdens onderzoek in het zuidelijk zandwingebied P18H in 2008 zijn wel resten van historische scheepswrakken aangetroffen²⁰, en in 2009 werd in het gebied Aanloop Europeul een los kanon geborgen.



Afbeelding 11. Detail van de archeologische verwachtingskaart Noordzee

¹⁹ Zie het project 'North Sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters e.a. 2009).

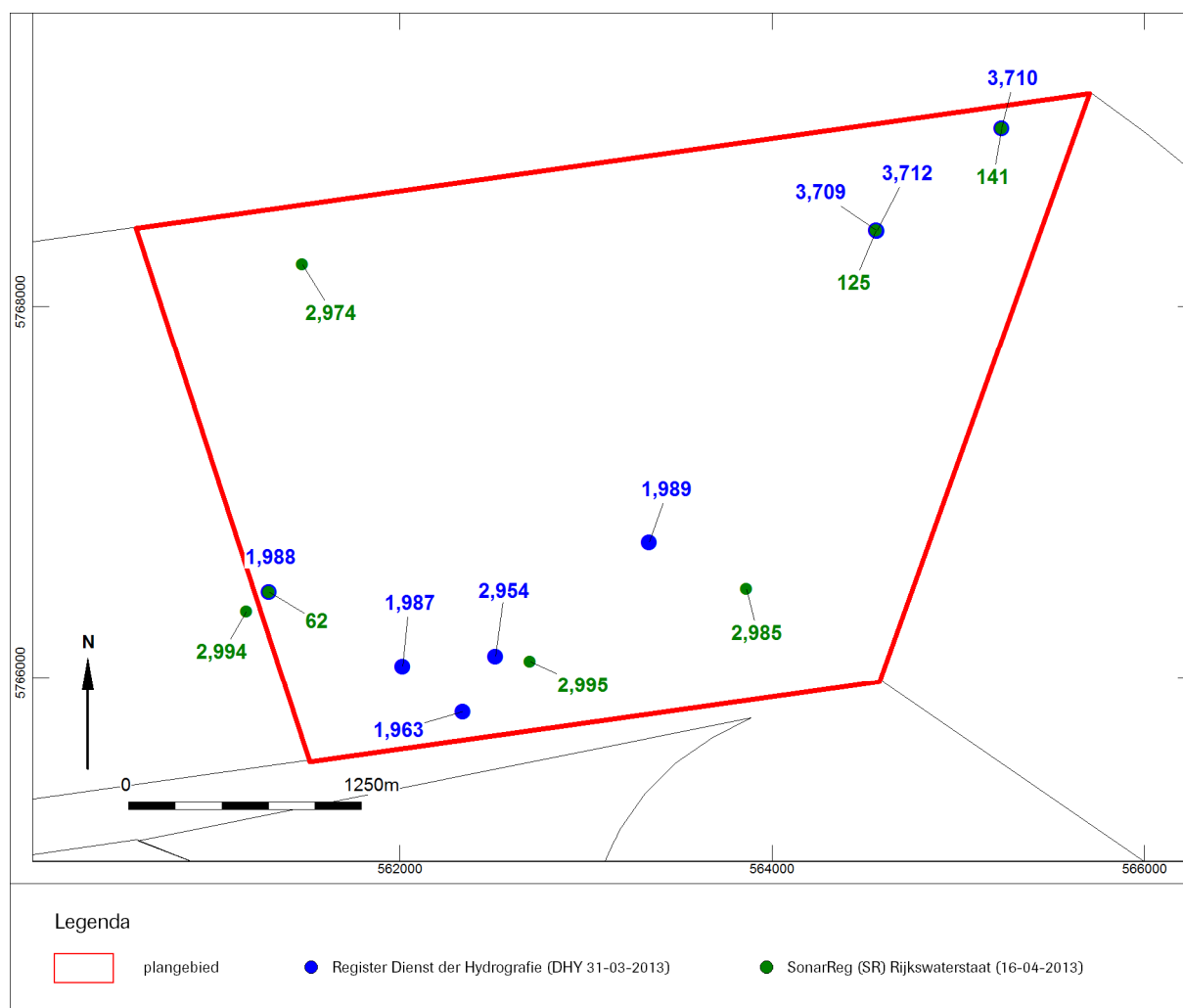
²⁰ Van den Brenk e.a., 2008

Overige objecten en waarnemingen

Objecten op de waterbodems in Nederlandse wateren worden beheerd door drie verschillende Rijksdiensten:

- Dienst der Hydrografie (Wrakken/obstructieregister);
- Rijkswaterstaat (SonarReg database);
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (ARCHIS2 database)

Sinds 2009 zijn de drie verschillende databases gekoppeld en is aan ieder object een uniek nummer toegekend: het Nationaal Contactnummer Nederland (NCN). Ieder NCN contact kan één of meerdere verwijzingen hebben naar de onderliggende rijksdatabase. Zoals al hiervoor aangegeven zijn geen archeologische waarnemingen uit ARCHIS bekend binnen het plangebied. Wel zijn waarnemingen gerapporteerd door Rijkswaterstaat en de Dienst der Hydrografie. Deze bekende waarden binnen het plangebied zijn weergegeven in de onderstaande afbeelding en tabel.



Afbeelding 12. Overzicht van bekende wrakken en objecten in- en in de omgeving van het plangebied

Databases				ETRS UTM zone 31		Soort	Opmerking
NCN	SR	DHY	RCE	Easting	Northin g		
239	62	1988	-	561299	5766463	Wreck	RWS: wrak HY1988
502	125	3709	-	564563	5768404	Foul	RWS: Lijkt oude navigatieboei
		3712	-	564562	5768405	Obstruction	Lijkt dubbeltelling bij DHY, betreft één locatie
503	141	3710	-	565236	5768951	Foul	RWS: Contact
1839	-	1963	-	562340	5765815	Wreck	-
1854	-	1987	-	562017	5766061	Wreck	-
1855	-	1989	-	563342	5766727	Wreck	-
2525	-	2954	-	562517	5766114	Foul	-
4393	2974	-9999	-	561477	5768223	Contact	RWS: Langwerpig contact
4399	2985	-9999	-	563862	5766479	Contact	RWS: Contact
4405	2994	-9999	-	561179	5766359	Contact	RWS: Contact
4406	2995	-9999	--	562702	5766089	Contact	RWS: Contact

Tabel 4. Overzicht van de bekende wrakken en obstructies in de directe omgeving van het plangebied op 16 april 2013

Andere bronnen (Europees wrakkenregister, www.wrecksite.eu en databases van de landelijke Werkgroep Onder Water LWAOW) leveren geen aanvullende gegevens op.

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

Vroege prehistorie

Bij het onderzoek van de prehistorie is voornamelijk gekeken naar de mogelijkheden die landschappen in het verleden boden voor bewoning en de kans dat er goed geconserveerde resten bewaard zijn gebleven. De rivierdelta waar het plangebied in het Jong Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum deel van uitmaakte vormde geen geschikte locatie voor tijdelijke of permanente bewoning. Nederzettingssporen uit deze perioden worden daarom niet verwacht. Temeer daar het kustgebied ten oosten van het plangebied wél geschikte locaties voor bewoning kende. Rivierduinen, hoge kwelders, hoogveenkussens en strandwallen zijn landschapseenheden die in de regio intensief voor bewoning zijn gebruikt. Uit onderzoek door middel van boringen en seismisch onderzoek van Deltares/TNO²¹ is echter gebleken dat dit soort landschapseenheden niet (meer) aanwezig zijn.

Relevante off-site vondsten, zoals gedeponeerde of verloren jachtattributen en bijvoorbeeld kano's, vormen een categorie waarmee rekening moet worden gehouden, maar waarvan het voorkomen met de beschikbare bronnen en methoden niet nader te voorspellen valt. De conservering van zowel organische als anorganische artefacten - als deze voorkomen - is door de natte omstandigheden naar verwachting goed.

Late prehistorie en protohistorie

Vanaf 8.000 jaar v. Chr. maakt het plangebied deel uit van open marien gebied. Bewoningsporen uit het Neolithicum, de Metaaltijden, de Romeinse tijd en de Middeleeuwen zijn daarom niet te verwachten.

Historische scheepswrakken

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdestroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft. Vooral in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.

In het plangebied bestaat de waterbodem uit zand. Gezien de dikte van de mobiele zandlaag moet de kans dat eventuele resten als anomalieën in *side scan sonar* beelden te herkennen zijn groot worden geacht. Keerzijde is dat eventuele scheepswrakken door hun ondiepe ligging bloot staan aan erosie en biologische aantasting, waardoor uiteindelijk totale desintegratie optreedt. Dit patroon is op veel plaatsen op de Noordzeebodem aan te

²¹ Deltares/TNO, rapport in voorbereiding

treffen. Alleen de plaats waar de romp door de lading of ballast wordt beschermd, blijft over. Daarnaast resulteert intensieve bevissing met sleepnetten in verstoring van de resten. Resumerend kan gesteld worden dat eventueel in het plangebied aanwezige scheepswrakken naar verwachting niet gaaf en slecht geconserveerd zullen zijn.

Vliegtuigwrakken

In maart 2009 zijn tijdens baggerwerkzaamheden ten oosten van het plangebied resten van een Amerikaanse B17 Bommenwerper uit de Tweede Wereldoorlog boven water gekomen. De exacte vondstlocatie kon niet worden vastgesteld, maar aannemelijk is dat de resten over een groot gebied liggen verspreid. Gezien de oorlogshandelingen die in Rotterdam en omgeving hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Op land of in het Waddengebied komt het voor dat zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) meters diep in de bodem doordringen. Door de grote waterdiepte (meer dan 20 meter) in het plangebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.

3. Inventariserend geofysisch veldonderzoek

Archeologisch onderzoek wordt uitgevoerd volgens een stappenplan. De stappen die in de archeologische procesgang dienen te worden genomen zijn vastgelegd in het Protocol KNA Waterbodems 3.1. In de paragraaf 2.6 van dit rapport is de archeologische verwachting voor het plangebied geformuleerd. Deze verwachting wordt doorgaans getoetst door middel van een inventariserend veldonderzoek waterbodems, de zogenaamde opwaterfase.²² Hierbij wordt de bodem van een plangebied vanaf een meetvaartuig vlakdekkend in kaart gebracht met geofysische en hydrografische technieken. De meest gebruikte technieken zijn *side scan sonar*, *magnetometer* en *multibeam*, of een combinatie hiervan. Met deze technieken kunnen alle objecten en structuren die zich op de waterbodem bevinden, of uit de waterbodem steken, in kaart worden gebracht. Met magnetometer kunnen verstoringen van het aardmagnetisch veld, veroorzaakt door de aanwezigheid van ferromagnetische (ijzeren) objecten, worden gemeten, ook als deze begraven zijn. Grotere objecten die begraven liggen in de waterbodem kunnen soms resulteren in een bodemverstoring aan het bodemoppervlak, wat ook met *sonar* of *multibeam* gedecteerd kan worden. Volledig afgedekte (niet ijzeren) objecten en structuren kunnen alleen opgespoord worden met bodempenetrerende technieken zoals *seismiek* of *electromagnetische* methoden. Bodempenetrerende technieken worden ook ingezet om begraven landschappen in beeld te krijgen. Het is echter praktisch niet haalbaar om deze technieken voor oppervlakten groter dan enkele hectaren vanwege de grote hoeveelheid data die dit oplevert gecombineerd met de kosten die hiermee gemoeid zijn. Daarnaast is de identificatie van de aard van volledig afgedekte objecten met *seismiek* of *electromagnetische* methoden vrijwel onmogelijk.

3.1. Eisen aan de metingen

De operationele eisen voor een archeologisch Inventariserend Veldonderzoek Waterbodems worden normaliter vastgelegd in een Programma van Eisen. In dit geval werd dit niet nodig geacht door de adviseur van het Bevoegd Gezag; zijnde de beleidsmedewerkers van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Daarom is voor dit onderzoek uitgegaan van de eisen die bij vergelijkbare onderzoeken zijn gesteld:

Side Scan Sonar

Voor de acquisitie van *side scan sonar* gegevens worden in het kader van een archeologisch vooronderzoek de volgende technische eisen geadviseerd:

- Tweekanaals *side scan sonar* systeem zodat grotendeels overlappende data wordt verkregen.
- Signaalfrequentie minimaal 400 kHz ter verkrijging van voldoende resolutie.
- Bereik van maximaal 50 meter
- Meervoudige dekking van de waterbodem.
- Vis dient zo diep mogelijk gesleept te worden; idealiter: hoogte boven de bodem gelijk aan 10% van het ingestelde bereik.
- Ophanging van vis dient zodanig te gebeuren dat minimale verstoring optreedt door schroefwater, elektrische storingsbronnen en bootbewegingen.
- Het dynamisch bereik van het geregistreerde signaal dient zodanig te zijn dat nuances in reflectiviteit in grijs of kleurschaling kunnen worden gevisualiseerd.
- Maximale vaarsnelheid van 4.5 knopen oftewel 8.3 km/uur.
- Positionering minimaal GPS met differentiële correctie.

Multibeam en magnetometer

De multibeamopnamen zijn uitgevoerd in het kader van een nulmeting van de diepteligging van het gebied. Hiervoor geldt de minimumeis dat het gebied vlakdekkend moet worden opgenomen. Indien de data in een hoge resolutie wordt opgenomen, zoals hier het geval was, kan dit extra informatie opleveren van contacten die met de *side scan sonar* zijn waargenomen.

De magnetometeropnamen zijn uitgevoerd om te bepalen of (begraven) ijzerhoudende objecten zoals scheepswrakken, ankers en ankerkettingen in het gebied aanwezig zijn.

²² Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie 3.1; protocollen waterbodems.

3.2. Methoden en technieken

Meetvaartuig

Het veldonderzoek is uitgevoerd in samenwerking met surveybedrijf DEEP in de periode 7 tot en met 13 april 2013. Het meetvaartuig dat werd gebruikt was de MS Coastal Surveyor 2 van Acta Marine.

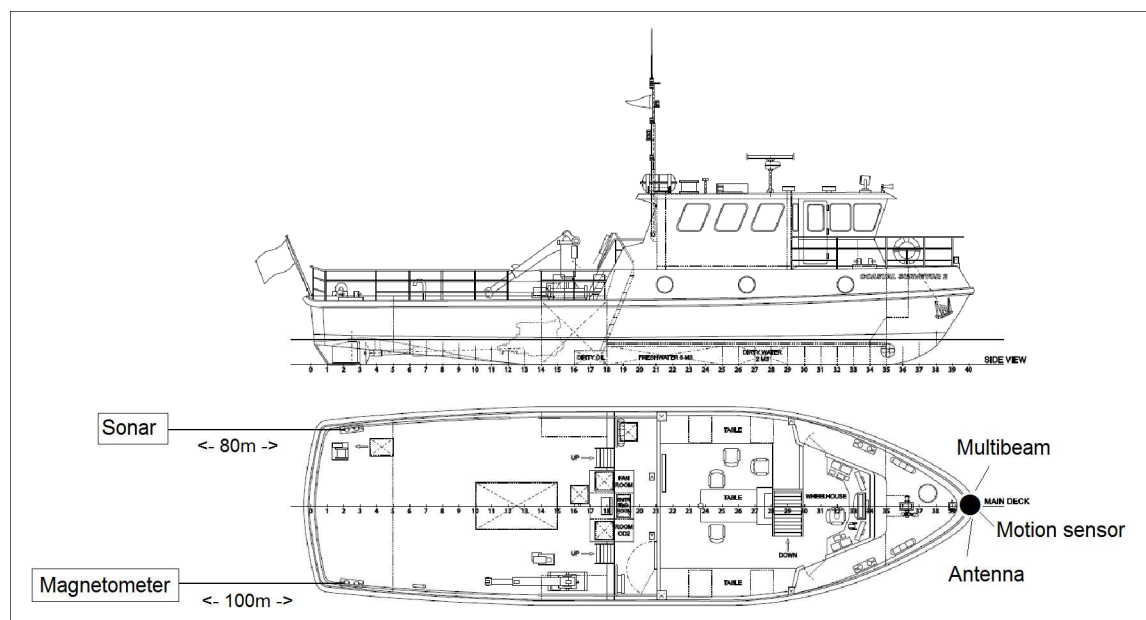


Afbeelding 13. De Coastal Surveyor 2 van Acta Marine

De volgende personen waren betrokken bij het veldonderzoek:

Naam	Functie	Bedrijf
Sietse Bruinsma	Hydrografisch surveyor	DEEP BV
Michiel Kunzel	Geofysicus	DEEP BV
Erik Bakker	Hydrografisch surveyor	DEEP BV
Seger van den Brenk	Client representative	Periplus Archeomare

Tabel 5. Personele inzet veldonderzoek



Afbeelding 14. Schematisch overzicht meetvaartuig en apparatuur

Positionering

Het plaatsbepalingssysteem bestond uit een Novatel Q-pos RTK GPS zender en ontvanger, gemonteerd op de boeg van de Coastal Surveyor 2. Dit systeem gebruikt correctie gegevens uitgezonden door een serie referentiestationen, waarvan de coördinaten exact bekend zijn in X, Y en Z. Met deze methode kan tot op enkele centimeters nauwkeurig, in alle richtingen, de positie van het meetvaartuig vastgelegd worden.

Side scan sonar

Een side scan sonar is een akoestisch meetinstrument waarmee in relatief korte tijd grote stukken waterbodembodem worden gescand, waarbij aanwezige objecten op de bodem of uit de bodem stekend gekarteerd kunnen worden. Daarnaast is het mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillende sedimenten, zodat (na vergelijking met boorgegevens) ook de aanwezige bodemtypen in kaart kunnen worden gebracht.



Afbeelding 15. The Edgetech 4145 side scan sonar vis

Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van een Edgetech 4145 dual frequency side scan sonar. De gebruikte frequentie bedroeg 400 kHz. en het bereik was ingesteld op 75m (naar bakboord en stuurboord).

De sonarvis werd gesleept op een afstand van 80 meter achter de bakboordbolder van de Coastal Surveyor 2. De *layback* waarde werd gecontroleerd door middel van enkele calibratieraaien en ingevoerd in de survey software QinSy.

De ideale hoogte van de sonarvis boven de bodem bedraagt 10 % van het ingestelde bereik (75m), dus 7,5 meter. Op een sleepafstand van 80 meter en een gemiddelde waterdiepte van 23 meter werd deze ideale hoogte benaderd.

Magnetometer

Een magnetometer is een sensor die geschikt is om de aanwezigheid van ferro-houdende objecten te detecteren. De aarde heeft een magnetisch veld en ferro-houdende objecten die zich in dit magnetische veld bevinden, verstoren dit veld lokaal. Deze lokale verstoringen, anomalieën genaamd, zijn te meten met een magnetometer. Om deze objecten te kunnen detecteren worden er meerdere raaien evenwijdig gevaren.



Afbeelding 16. De Geometrics magnetometer

De opnamen zijn parallel aan de *side scan sonar* opnamen uitgevoerd met een Geometrics G-882 'cesium vapour' magnetometer. De magnetometer is buiten het magnetische veld van het peilvaartuig gesleept op een afstand van 100 meter. Daarbij werd de vis zo dicht bij de waterbodembodem gebracht als veilig was.

Multibeam echosounder en motion sensor

Aan boord van de Coastal Surveyor 2 werd een R2Sonic 2024 multibeam echosounder geïnstalleerd aan een paal voor op de boeg. De R2Sonic heeft 240 bundels met een bundelhoek van 0.5°, resulterend in een foot print (resolutie) van 12cm (middelste bundel) tot 30cm (buitenste bundel) bij een waterdiepte van 20 meter onder de transducer.

Naast de paal werd een XSea Octans bewegingssensor gemonteerd, die alle scheepsbewegingen corrigeerde.

De paal op de boeg werd als centraal punt voor alle metingen gedefinieerd. Alle afstanden van de apparatuur tot dit punt werden als offset in het surveypakket QinSy genoteerd. Voor de side scan sonar en magnetometer

werden de bolders op het achterdek als sleep punt gedefinieerd, waarbij de lengte van de uitgegeven kabel als *layback* in de software werd opgenomen.

3.3. Opnamemethodiek

Het gebied is opgenomen in 59 vaarlijnen in oost-westelijke richting. De totale lengte van de opnamen bedraagt ruim 275 kilometer. Alle metingen (side scan sonar, magnetometer en multibeam) zijn simultaan uitgevoerd.

De afstand tussen de lijnen bedroeg vijftig meter zodat de multibeamopnamen met voldoende overlap uitgevoerd konden worden. Het ingestelde bereik van de side scan bedroeg 75 meter (naar bakboord en stuurboord) zodat een overlap van meer dan 100 procent werd gegarandeerd. Een meervoudige bedekking is belangrijk om er zeker van te zijn dat een waargenomen *sonarcontact* inderdaad een vast object of structuur betreft, en geen storing in het systeem of bijvoorbeeld een school vissen.

Voor een magnetometer geldt, dat significante afwijkingen van het aardmagnetisch veld (anomalieën), veroorzaakt door grote ferro-houdende objecten zoals wrakresten nog met redelijke zekerheid worden gedetecteerd tot een afstand van 20 meter. De gebruikte lijnafstand van vijftig meter is dus feitelijk te groot waardoor anomalieën gemist kunnen zijn.

Voor het opnemen van de data werd gebruik gemaakt van het hydrografische surveypakket QINSy 8.0.

Tijdens de opnamen is een dagrapport en surveylog opgesteld, waarin zaken als golfwerking en windrichting en passerende scheepvaart zijn bijgehouden. Het dagrapport en surveylog zijn opgenomen op de CD in bijlage 4.

3.4. Interpretatie en rapportage

De interpretatie van de *sonargegevens* is verlopen volgens de volgende stappen:

- Alle gevaren lijnen zijn doorgelopen en ieder object of structuur is gemarkeerd. Hierbij is het *side scan sonar* verwerkingspakket van QINSy gebruikt.
- Contacten die slechts één maal zijn waargenomen zijn opnieuw op overlappende lijnen gecontroleerd. Indien het contact niet minimaal twee keer gezien is op afzonderlijke lijnen, werd het van de contactenlijst gehaald. Deze contacten betreffen artefacten in de opnamen of langs zwemmende vissen.
- De waargenomen sonarcontacten zijn geverifieerd aan de hand van de hoge resolutie multibeamopnamen aan de hand waarvan de posities van de contacten werden gecorrigeerd.
- Ieder definitief contact is beschreven en geïnterpreteerd.

De interpretatie van de *magnetometergegevens* is verlopen volgens de volgende stappen:

- Alle gevaren lijnen zijn doorgelopen en iedere magnetische uitslag is gerapporteerd. Het *magnetometer* uitwerkingspakket Oasis Montaj van Geosoft is gebruikt bij de analyse.
- De magnetische *anomalieën* die slechts op één meetlijn zijn waargenomen worden op meetlijn aangegeven. In werkelijkheid kan de positie ook tussen de meetlijnen liggen, maar niet meer dan de helft van de lijnafstand ($50/2=25\text{m}$), loodrecht op de meetlijn. Indien de anomalieën zichtbaar zijn op meerdere raaien wordt de locatie bepaald op basis van de signaalsterkte en vorm van het magnetisch signaal.
- Iedere significante (geïnterpreteerd als antropogeen) anomalie is beschreven en geïnterpreteerd.
- Alle afzonderlijk gevaren magnetometerlijnen zijn samengevoegd tot een magnetisch digitaal grid, dat gebruikt werd om grotere doorlopende structuren in kaart te brengen om een inzicht te krijgen van de natuurlijke magnetische signatuur van het gebied.

De waargenomen anomalieën zijn in kaarten en lijstvorm weergegeven in hoofdstuk 4.

De multibeamdata zijn handmatig ontdaan van ruis en uitbijters in het verwerkingsprogramma Qloud. De gevalideerde data zijn gebruikt om de positie van sonarcontacten te verifiëren en nadere details omtrent de waargenomen objecten te verschaffen.

De interpretatie en rapportage zijn uitgevoerd door S. van den Brenk (KNA senior prospector specialist waterbodems), L.A. Muis (KNA-archeoloog waterbodems) en R. van Lil (KNA prospector specialisme waterbodems). Het rapport is geautoriseerd door B.E.J.M. van Mierlo (KNA senior prospector specialist waterbodems).

4. Resultaten veldonderzoek

4.1. Multibeam

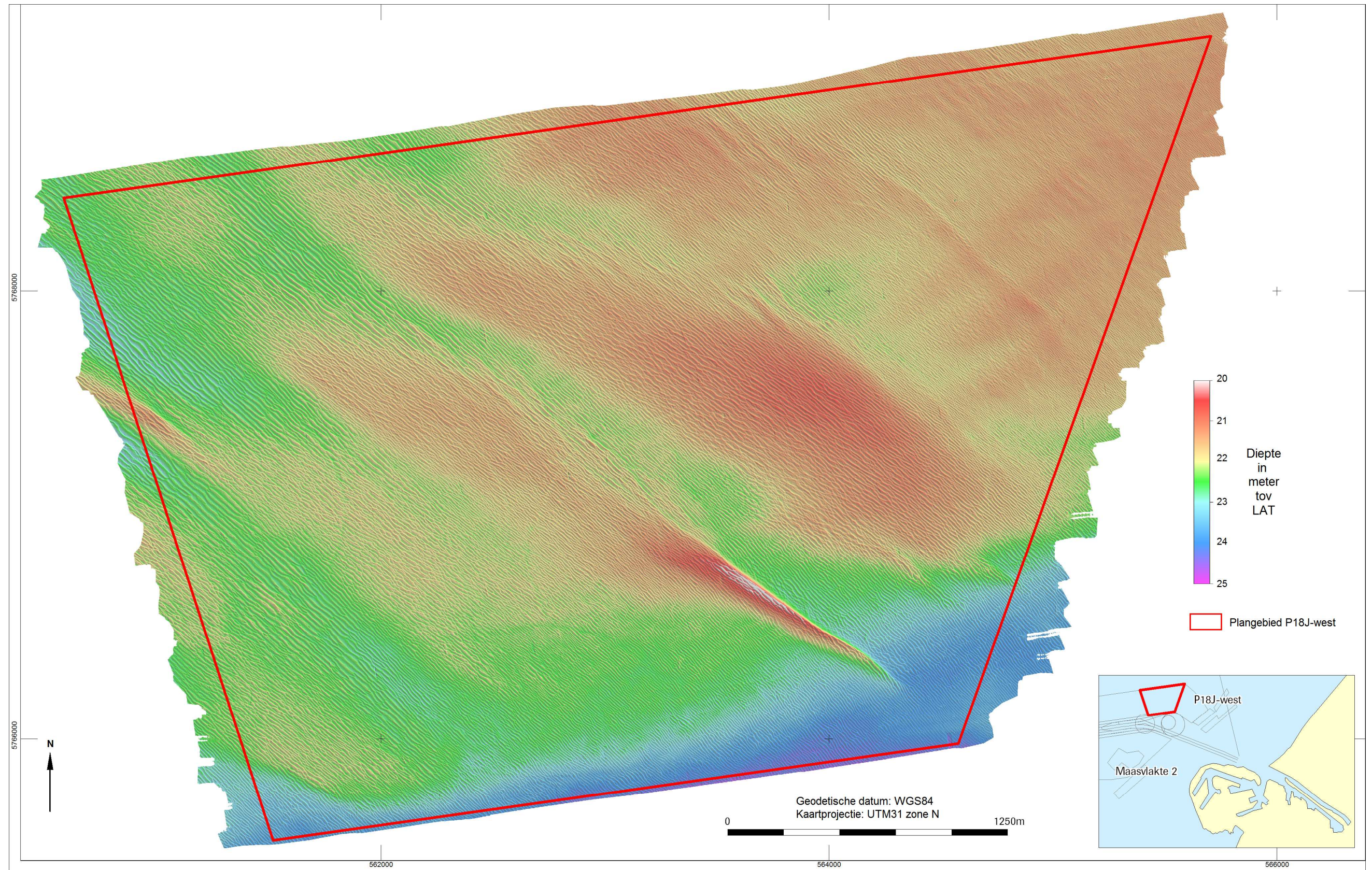
Het totale oppervlak van het plangebied plus een bufferzone van ca 100m rondom is vlakdekkend opgenomen met multibeam. Het totale opgenomen oppervlak bedraagt ca 1375 ha. Na validatie van de data zijn de gemiddelde data opgeslagen in een grid met een celgrootte van 1x1 meter, waarbij 90% van de gridcellen minimaal 10 metingen bevatten. Op basis van dit 1x1 meter grid zijn de minimale, maximale en gemiddelde waarden bepaald:

Ten opzicht van LAT	Waarde
Minimale diepte	19.4 m
Maximale diepte	24.9 m
Gemiddelde diepte	22.0 m

Uit de multibeamopname blijkt dat de bodem in het gebied bestaat uit zandgolven met een golflengte van gemiddeld 15 meter en een hoogte van ca 50cm. De zandgolven zijn noordwest-zuidoost georiënteerd en zijn asymmetrisch met de lange zijde richting het zuidwesten, wat betekent dat de dominante stroomrichting naar het noordoosten is.

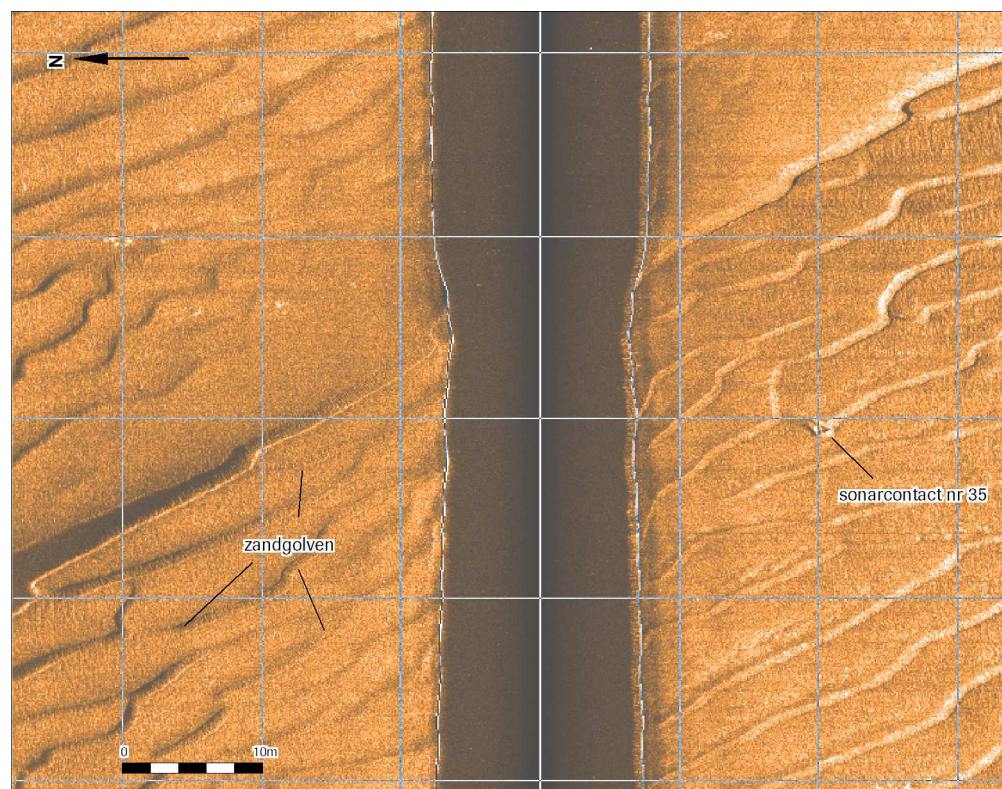
De A3 afbeelding op de volgende pagina geeft een kleurendiepte kaart weer op basis van het 1x1 meter grid.

De originele gevalideerde data zijn gebruikt om de exacte locaties van de *side scan sonar* contacten te verifiëren, en nadere details omtrent de contacten te verschaffen.



Afbeelding 17. Kleurendieptekaart op basis van multibeamopnamen

4.2. Side scan sonar



Afbeelding 18. Voorbeeld van een side scan sonaropname in het plangebied

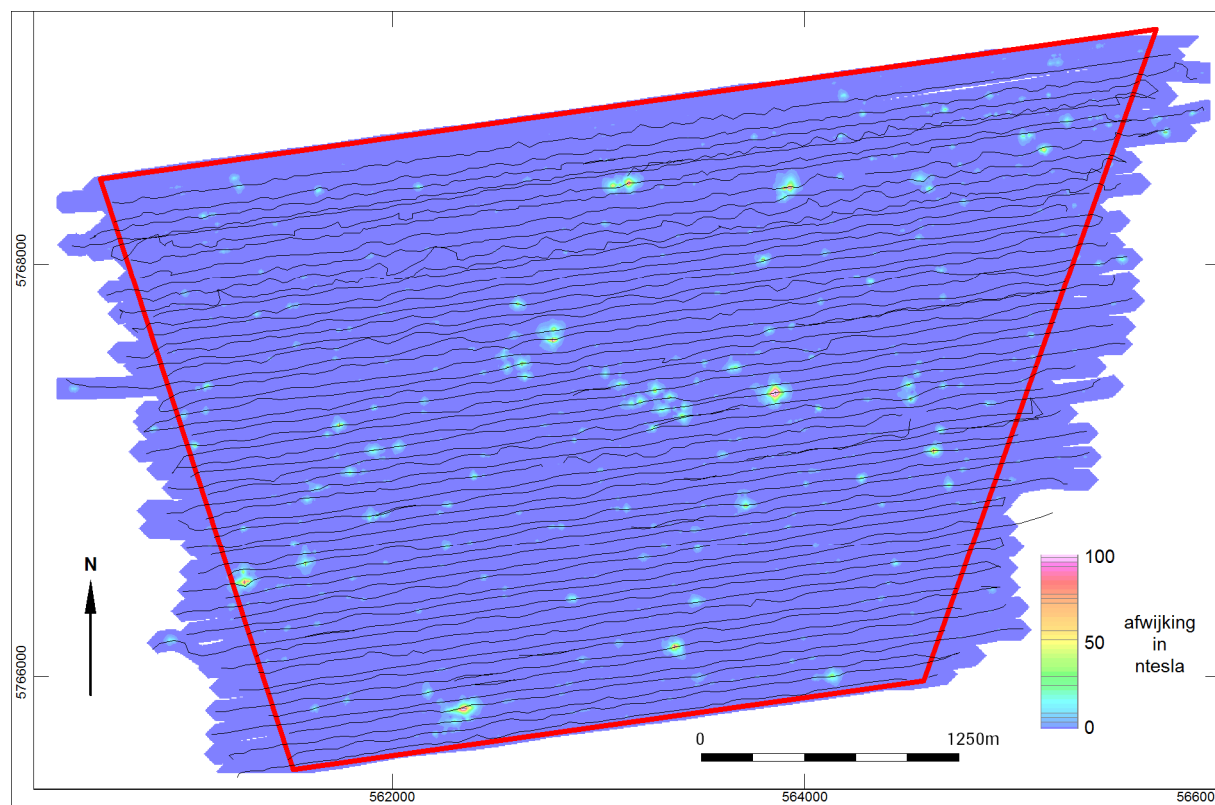
De side scan sonaropnamen zijn van goede kwaliteit; details groter dan 50cm zijn duidelijk te onderscheiden. De nauwkeurigheid van de positionering van de sonar bedraagt ca. 5 meter; een hogere nauwkeurigheid was niet mogelijk vanwege de combinatie sterke stroming en het feit dat de sonarvis op ca. 80 meter achter het meetvaartuig werd gesleept. Alle waargenomen sonarcontacten konden echter geverifieerd worden aan de hand van de hoge resolutie multibeamdata waardoor de uiteindelijke weergegeven posities binnen één meter nauwkeurig zijn.

In totaal zijn 50 individuele side scan sonar contacten waargenomen en beschreven. Een samenvatting van de resultaten wordt weergegeven in onderstaande tabel.

Interpretatie	Aantal
bodemverstoring	8
cluster objecten	3
mogelijke wrakresten	2
navigatieboei	1
onbekend object	33
kabel of ketting	3
Totaal	50

Een lijst met de beschrijvingen van alle 50 contacten is opgenomen in bijlage 1. De resultaten van mogelijk archeologische locaties worden in combinatie met de magnetometer- en multibeamgegevens besproken in paragraaf 4.4

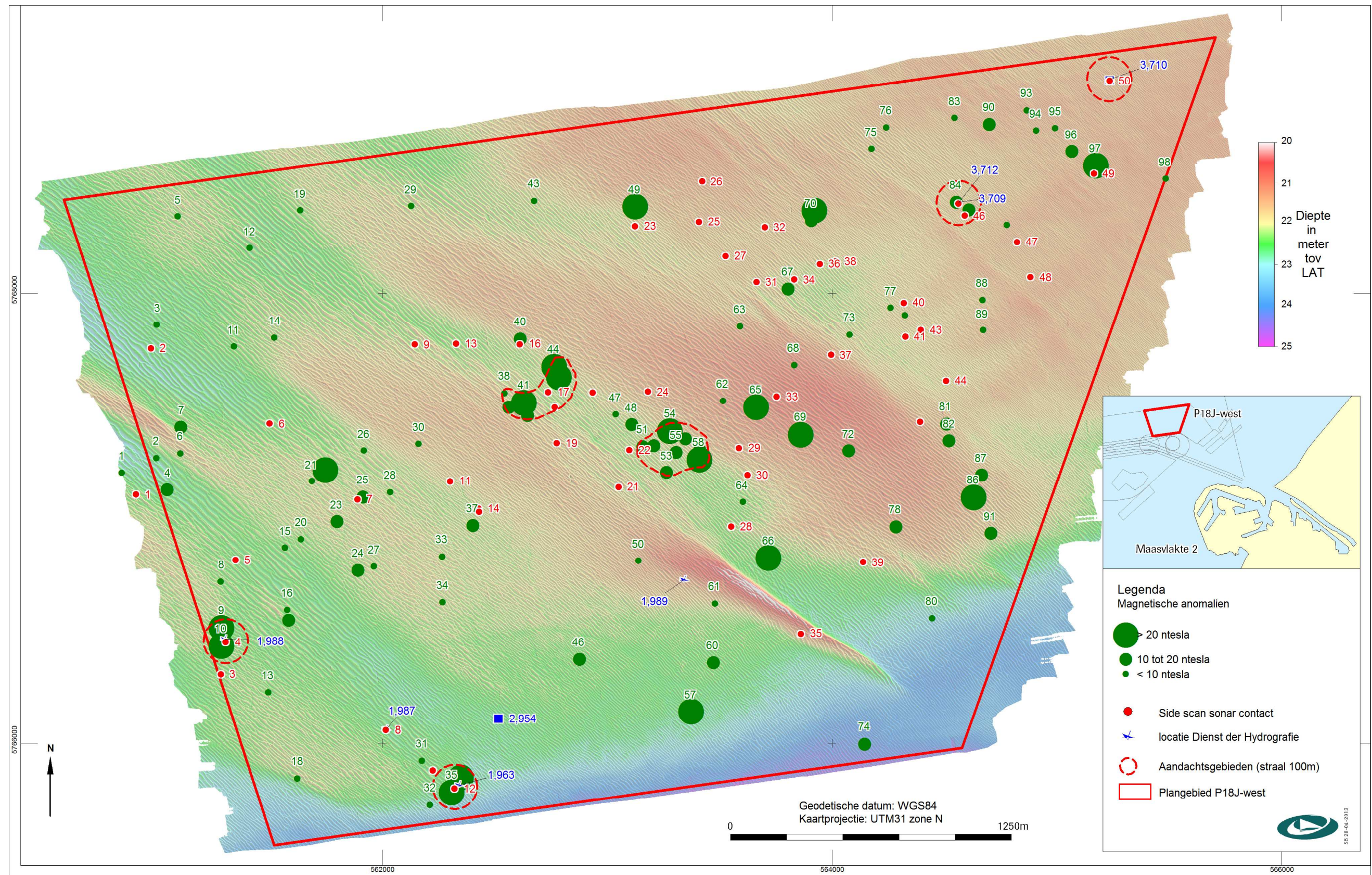
4.3. Magnetometer



Afbeelding 19. Magnetische anomalieën kaart

In de opnamen van de magnetometer zijn in totaal 98 magnetische anomalieën (afwijkingen van het natuurlijk magnetisch veld) met een afwijking van minimaal 3 nanotesla waargenomen. De bovenstaande afbeelding toont de magnetische anomalieënkaart ten opzichte van het natuurlijk magnetisch veld. Vooral in het centrum van het gebied bevinden zich een aantal clusters van anomalieën plus een tweetal geïsoleerde anomalieën in het zuidwesten.

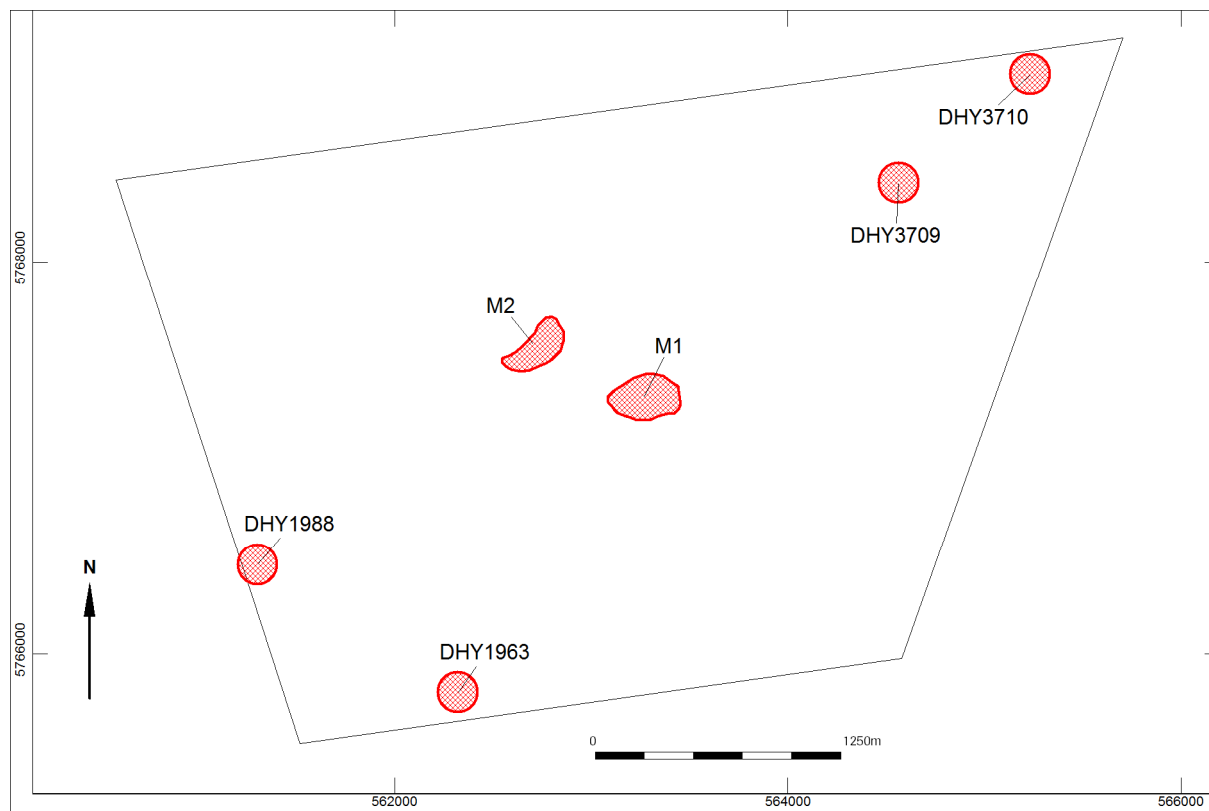
De resultaten van de anomalieën worden in combinatie met de resultaten van de sonar en multibeam besproken in de volgende paragraaf.



Afbeelding 20. Bekende en aangetroffen side scan sonar en magnetometercontacten geplot op de kleurendieptekaart

4.4. Archeologische aandachtsgebieden

Op basis van de vergelijking tussen side scan sonar, magnetometer en multibeamdata is een lijst opgesteld van archeologische aandachtsgebieden. Dit betreffen zes locaties waar zich op basis van de resultaten niet kan worden uitgesloten dat zich hier geen archeologische objecten bevinden.



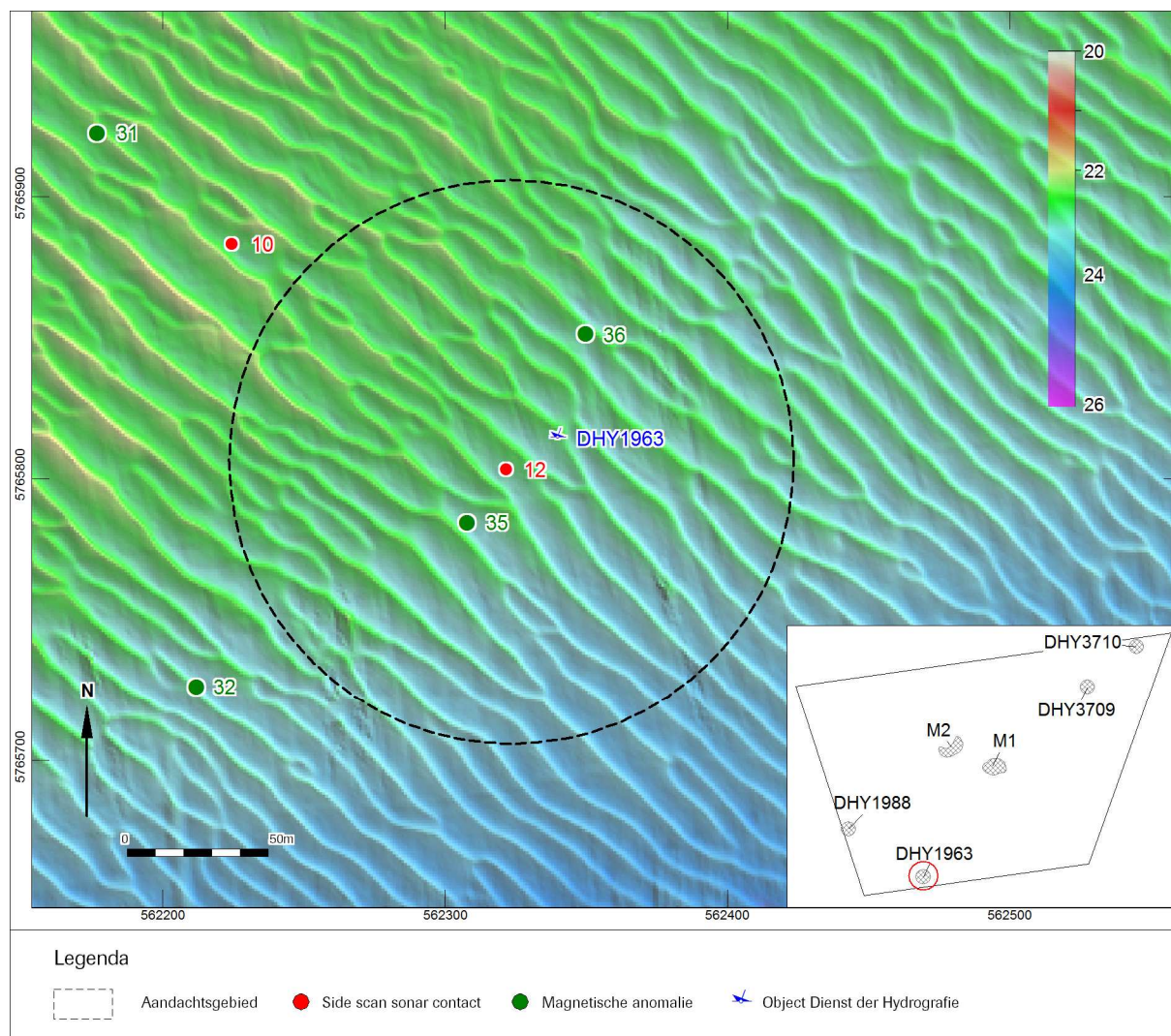
Afbeelding 21. Overzicht van de archeologische aandachtsgebieden.

Locatie	ETRS89 / WGS84 UTM 31N		Diepte (m LAT)	Beschrijving	Interpretatie
	E	N			
DHY1963	562322	5765804	-22.7	Cluster kleine objecten, zichtbaar op multibeam en sonar, grote magnetische anomalieën	Mogelijke begraven wrakresten met ijzer
DHY1988	561303	5766454	-21.8	Mogelijke wrakstructuren, zichtbaar op sonar en multibeam, deels begraven, met slijpgeul, magnetische anomalie	Mogelijk wrakresten, deels begraven, met ijzer
DHY3709	564563	5768404	-20.5	Mogelijke wrakstructuren, zichtbaar op sonar en multibeam in twee delen, grote magnetische anomalie	Oude navigatieboei
DHY3710	565235	5768949	-21.7	Mogelijke wrakstructuren, wel zichtbaar op sonar en multibeam, geen magnetische anomalieën	Mogelijk wrakresten, deels begraven, geen ijzer
M1	563359	5767316	-21.6	Cluster grote magnetische anomalieën, geen sonar of multibeamcontacten	Begraven ijzeren objecten
M2	562738	5767565	-22.1	Cluster grote magnetische anomalieën, kleine contacten op sonar en multibeam	Begraven ijzeren objecten

Tabel 6. Samenvatting van de zes archeologische aandachtsgebieden

Op de volgende pagina's worden de afzonderlijke gebieden toegelicht.

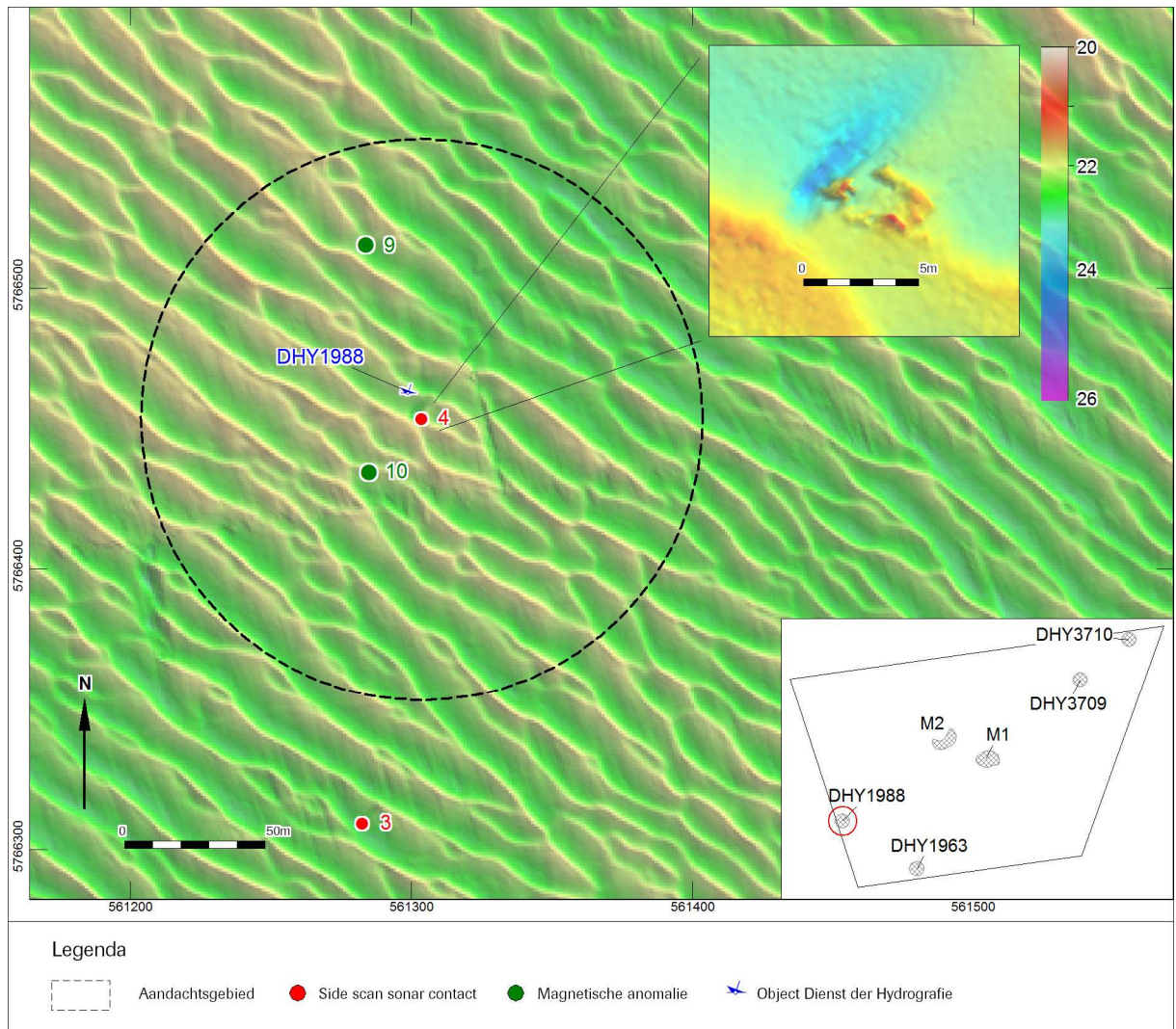
Gebied DHY1963



Afbeelding 22. Detailkaart van locatie DHY 1963

Bij de Dienst der Hydrografie is locatie DHY1963 opgenomen als wraklocatie. Op de locatie is een cluster kleine contacten waargenomen die zijn samengevat in sonarcontact nr. 12. Deze contacten zijn zo klein dat ze niet zichtbaar zijn in de multibeamopnamen. Opvallend zijn de twee relatief grote magnetische anomalieën (22 en 69ntesla) op de locatie. Vanwege de relatief grote lijnafstand van 50 meter tijdens de opnamen is het goed mogelijk dat deze beide anomalieën verwijzen naar een enkel (begraven) object in het centrum. Mogelijk betreffen dit wrakresten die onder het zand liggen.

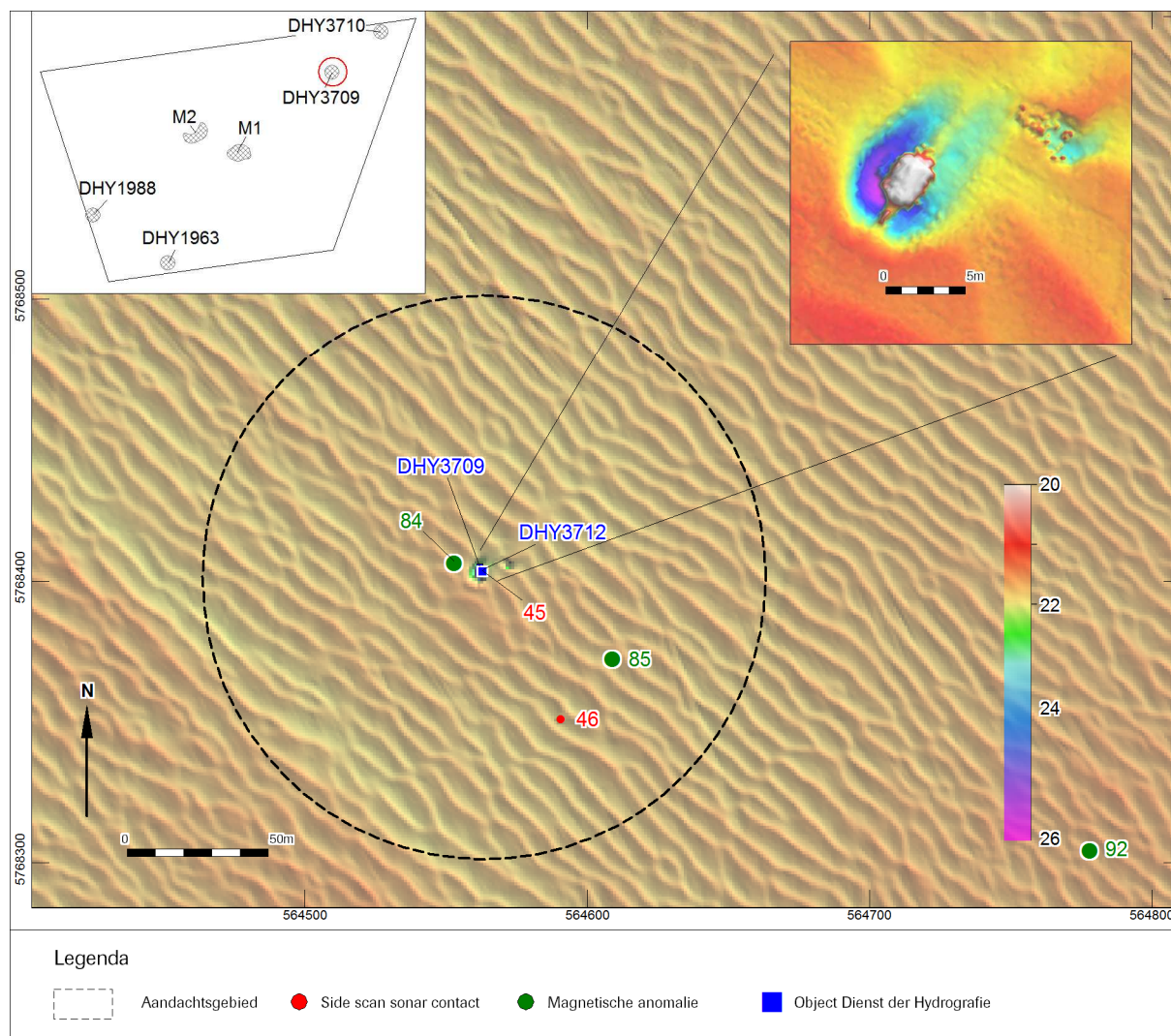
Gebied DHY1988



Afbeelding 23. Detailkaart van locatie DHY 1988

Bij de Dienst der Hydrografie is locatie DHY1988 opgenomen als *wreck*, nadere informatie ontbreekt. Op de locatie is een duidelijk rechthoekig contact aangetroffen (sonarcontact nr. 4) met een lengte van 4 meter en een breedte van 3 meter. Dit contact is duidelijk zichtbaar in de multibeamopnamen. Aan de noordwestzijde is een duidelijke slijpgeul zichtbaar. Deze contacten zijn zo klein dat ze niet zichtbaar zijn in de opnamen. Opvallend zijn de twee relatief grote magnetische anomalieën (20 en 66 ntesla) op de locatie. Vanwege de relatief grote lijnafstand van 50 meter tijdens de opnamen is het goed mogelijk dat deze beide anomalieën verwijzen naar het object in het centrum. Mogelijk betreft dit object een onderdeel van een grotere begraven structuur. Het is niet zeker dat het hier een scheepswrak betreft, maar dit kan ook niet worden uitgesloten.

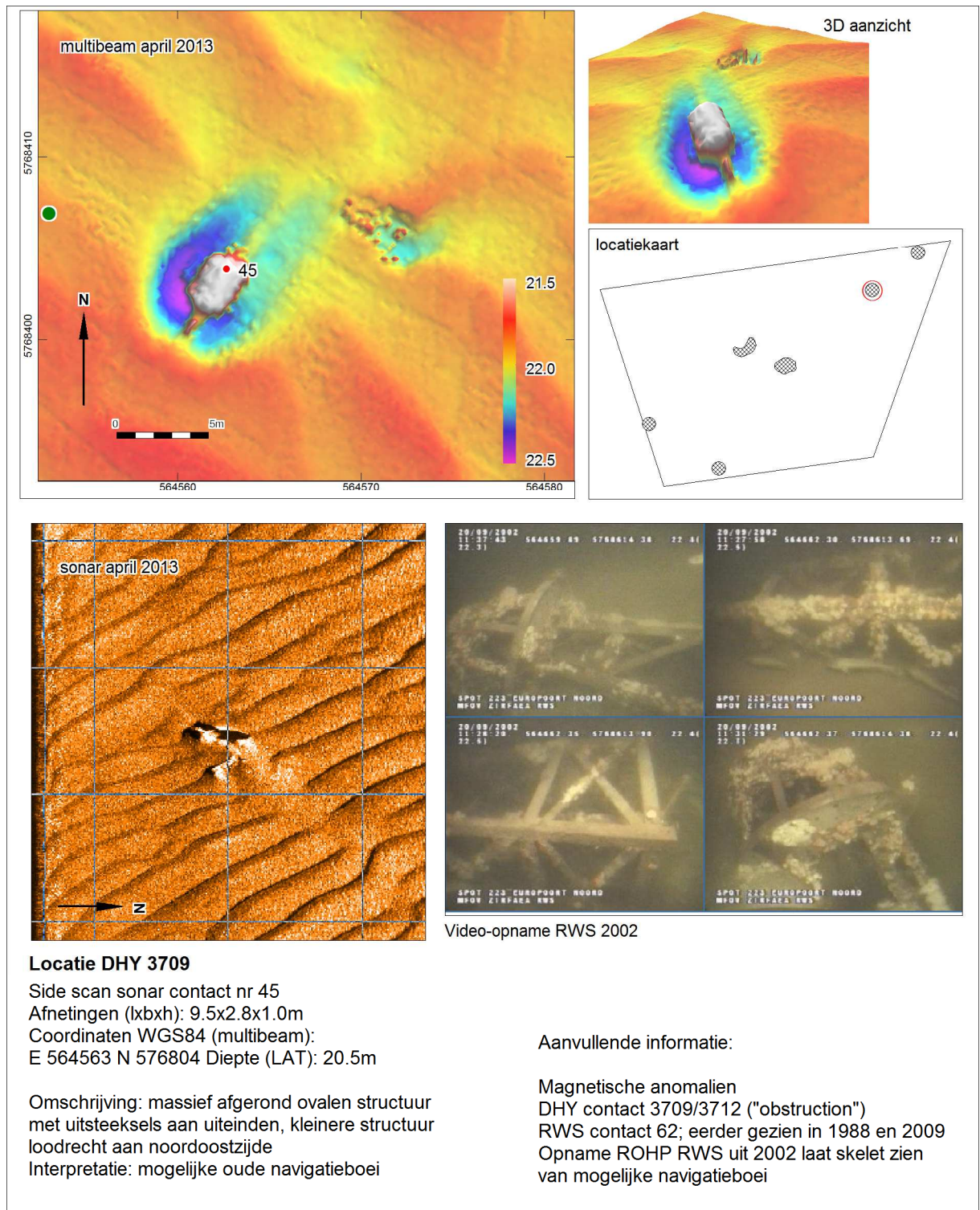
Gebied DHY3709



Afbeelding 24. Detailkaart van locatie DHY 3709

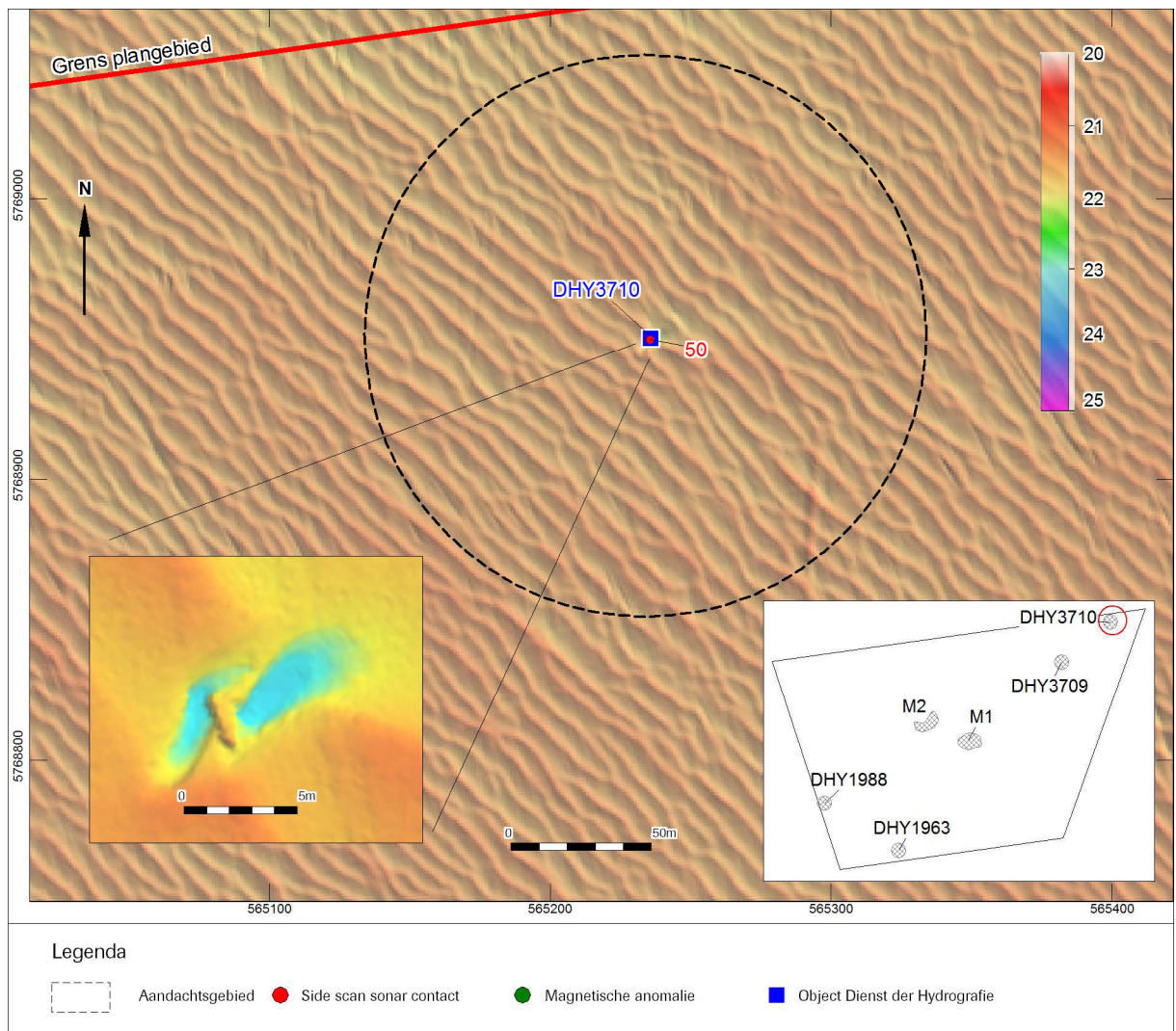
Bij de Dienst der Hydrografie zijn locaties DHY3709 en 3712 opgenomen als *obstacle*, nadere informatie ontbreekt. Omdat beide nummers naar vrijwel dezelfde locatie wijzen gaat het hier mogelijk om een foutieve dubbel telling. Dit zal worden gerapporteerd aan de Dienst der Hydrografie. Op de locatie is een massief afgeronde ovale structuur met een lengte van vier meter zichtbaar met rechte uitsteeksels aan de uiteinden. Aan de noordoostzijde ligt nog een kleinere structuur. Op de locatie zijn twee relatief kleine magnetische anomalieën waargenomen (19 en 11 ntesla).

Uit een video-opname van Rijkswaterstaat Noordzee uit 2002 lijkt het te gaan om de resten van een oude navigatieboei. (zie ook de details in de afbeelding op de volgende pagina).



Afbeelding 25. Details van locatie DHY 3709/3712

Gebied DHY3710

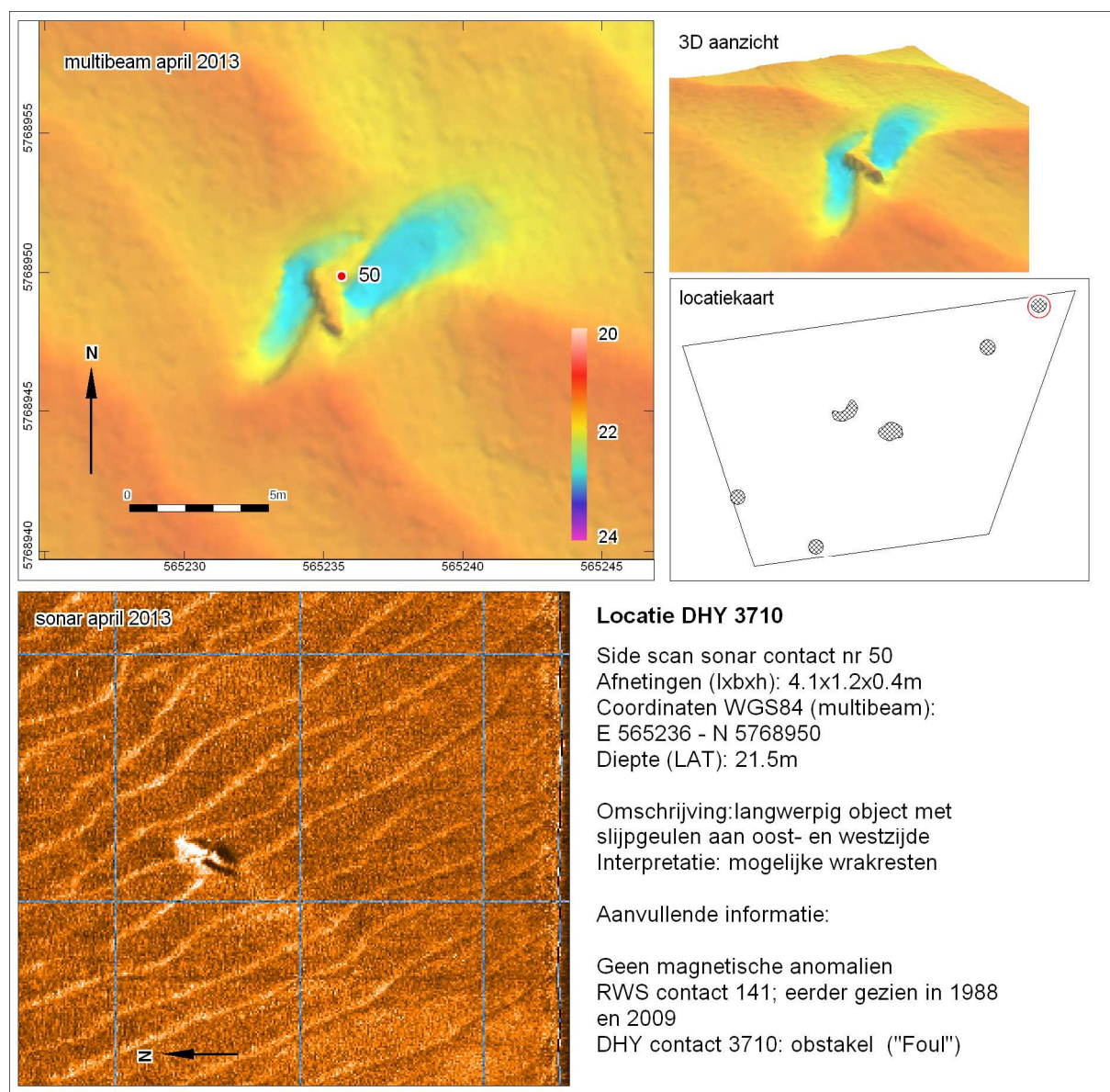


Afbeelding 26. Detailkaart van locatie DHY 3710

Bij de Dienst der Hydrografie is locatie DHY3710 opgenomen als *Foul*, ofwel “vuile grond”. Deze term wordt gebruikt voor ongedefinieerde objecten op een locatie. Op de locatie is een langwerpig object met een lengte van vier meter zichtbaar, met slijpgeulen aan zowel de oost- als westzijde. Op en rondom de locatie zijn geen magnetische anomalieën waargenomen, wat betekent dat zich op de locatie geen ijzeren objecten bevinden.

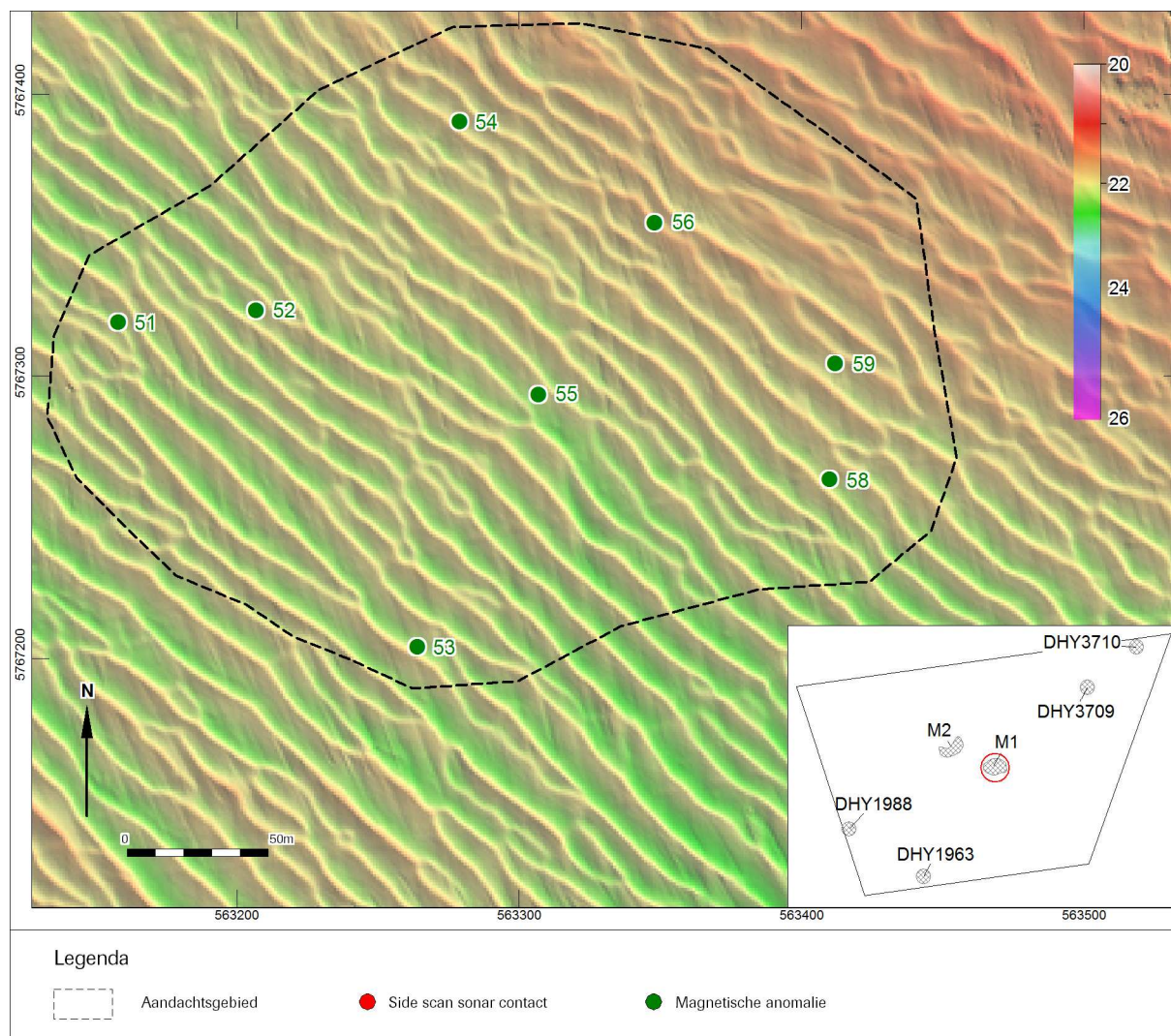
Het contact op de locatie is eerder waargenomen door Rijkswaterstaat Noordzee in 1988 en 2009, en is opgenomen als Nationaal contactnummer 503.

Detailafbeeldingen van de locatie worden weergegeven in de afbeelding op de volgende bladzijde.



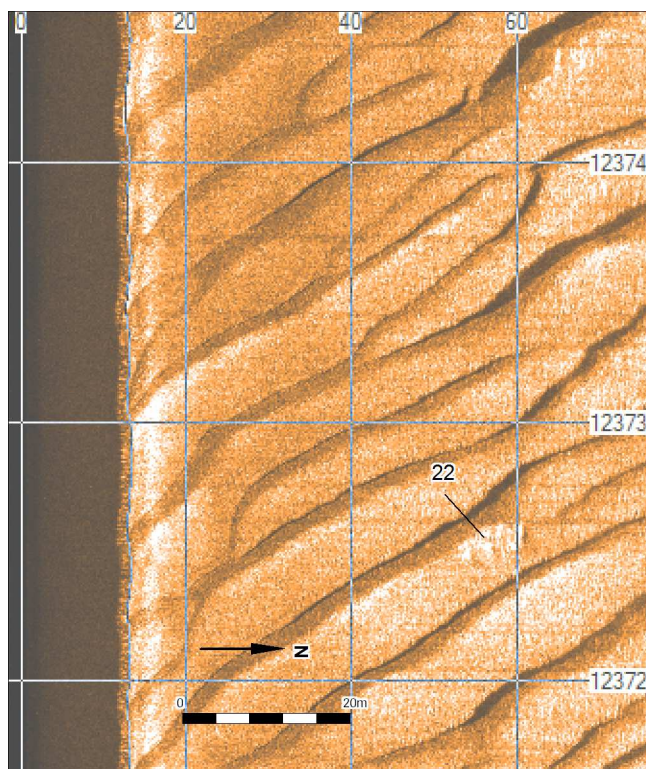
Afbeelding 27. Details van locatie DHY 3710

Gebied M1



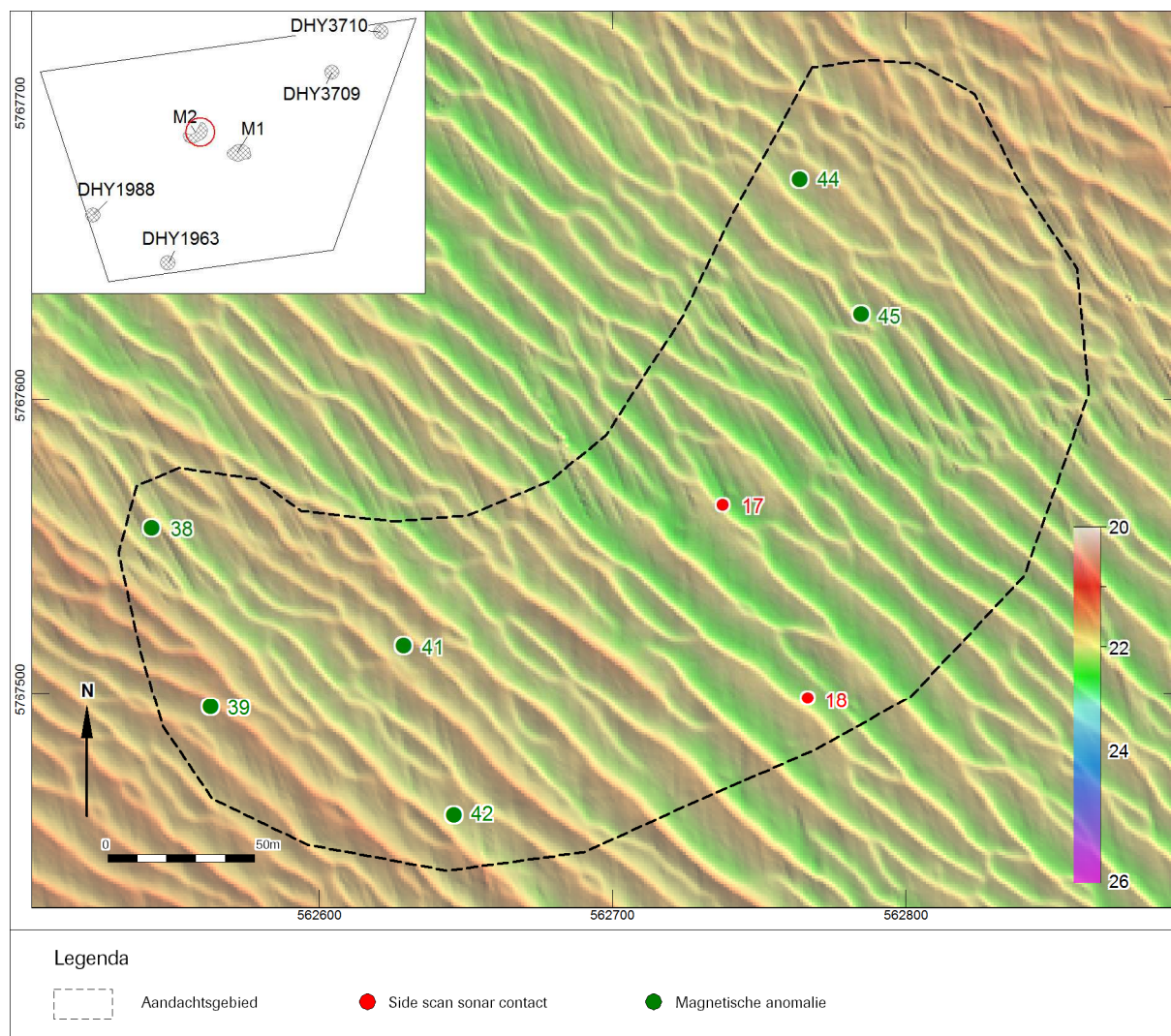
Afbeelding 28. Detailkaart van gebied M1

Locatie M1 is een cluster van magnetische anomalieën in het centrum van het gebied, verspreid over een gebied van 200 bij 200 meter. De maximale grootte van de waargenomen anomalieën bedraagt 22 ntesla. Aan het bodemoppervlak zijn zowel met sonar als multibeam geen duidelijk contacten waargenomen. Het gaat hier dus voornamelijk om begraven ijzeren objecten. Mogelijk zijn dit ankers, kettingen of kabels.



Afbeelding 29. Sonarcontact nr 22 in gebied M1

Gebied M2



Afbeelding 30. Detailkaart van gebied M2

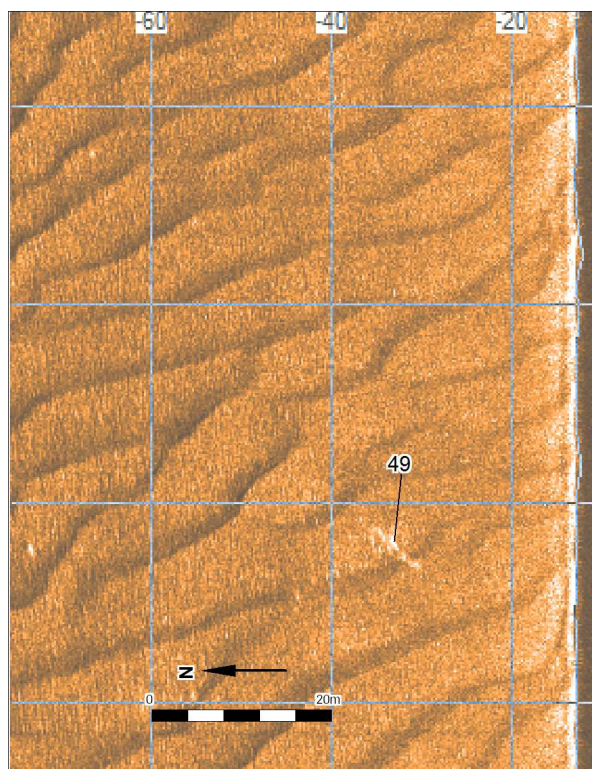
Locatie M2 is een cluster van magnetische anomalieën in het centrum van het gebied, verspreid over een gebied van 300 bij 200 meter. De twee anomalieën aan de oostzijde zijn relatief groot; 22 en 60 ntesla. In het midden van het gebied zijn twee kleine sonarcontacten waargenomen; een klein contact (nr 17, 2.2 x 1.1 x 0.1m) en een langwerpige gebogen contact (nr 18, 3.5 x 0.9 x 0.2m).



Afbeelding 31. Sonarcontacten in gebied M2

Sonarcontact nr. 17 betreft een klein contact. Op ongeveer 20 meter ten zuidwesten ligt een vergelijkbaar contact. Deze contacten geven geen uitslag op de magnetometer en zijn dus niet ijzerhoudend.

Sonarcontact 49



Afbeelding 32. Side scan sonar contact nr 49

Sonarcontact nr. 49, een langwerpige contact met een lengte van 2.9 m, komt overeen met magnetometercontact 97 en zal dus ijzerhoudend zijn. Het is echter geen scherp begrensd contact. Mogelijk betreft het hier een stuk ketting.

5. Conclusies en beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van het bureauonderzoek en analyse van de data van het geofysisch onderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Algemene onderzoeksvragen: verwachtingsmodel

- *Wat is de archeologische verwachting van het plangebied?*

Onderzoek van Deltares/TNO²³ heeft uitgewezen dat het begraven prehistorisch landschap niet bewaard is gebleven. Enkel losse, verspoelde vondsten kunnen worden aangetroffen.

Scheepswrakken en resten van gevechtsvliegtuigen uit WOII kunnen in het gehele plangebied voorkomen. Analyse van *side scan sonar* en *multibeam*-beelden heeft binnen de begrenzing van het plangebied een drietal locaties opgeleverd waar zich duidelijk zichtbare manmade structuren bevinden. Op drie andere locaties zijn clusters van magnetische anomalieën waargenomen die verwijzen naar ijzeren objecten onder het zand. Op basis van de beschikbare gegevens kan niet worden uitgesloten dat het hier om archeologische waarden gaat.

- *Kan dit nader worden gespecificeerd naar omvang, ligging, aard en datering?*

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de aard, diepteligging, lithostratigrafisch niveau en datering van de verwachte resten.

Vondsten	datering	Tov waterbodembodem	Lithostratigrafische eenheid	Archeologisch niveau	Deel plangebied
Scheepswrakken en scheepvaart-gerelateerde objecten	RT – NT	0 tot 2 m	Bligh Bank Laagpakket	Top van de waterbodembodem 150 cm marien zand	Gehele plangebied
Vliegtuigwrakken	NTC				

Tabel 7. Gespecificeerde archeologische verwachting voor plangebied

Grote, zwaargebouwde schepen met veel ballast en of zware lading hebben de meeste kans bewaard te blijven, mits zij in de zandbodem zijn weggezaakt. De kans dat scheepswrakken door een combinatie van natuurlijke processen (erosie, verplaatsing van zandduinen en bioturbatie) en menselijk handelen (intensieve visserij met sleepnetten en baggerwerkzaamheden) zijn aangetast wordt groot geacht.

- *Zijn er, in historische periode, in het plangebied bodemverstoringen geweest die relevant zijn voor dit onderzoek?*
De belangrijkste verstoringen bestaan uit sleepsporen van ankers die zowel op de *side scan sonar* als *multibeam*-beelden zichtbaar zijn.
- *Worden bij de geplande ingreep potentiële archeologische vindplaatsen verstoord?*
Ja, indien zich archeologische vindplaatsen in het gebied bevinden zullen deze bij het winnen van zand worden vernietigd.

²³ Rapport Deltares/TNO, in voorbereiding

Onderzoeksvragen met betrekking tot de beschikbare geofysische gegevens

Algemene vragen met betrekking tot de site

- *Zijn er binnen de geselecteerde archeologische verwachtingszones fenomenen waarneembaar op of aan de waterbodem?*

Het hele plangebied kan worden beschouwd als een archeologische verwachtingszone voor scheepswrakken. Binnen het plangebied zijn met verschillende geofysische technieken fenomenen waargenomen zowel op- als in de waterbodem.

Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?

De aard van het merendeel van de waargenomen fenomenen kon niet eenduidig worden geïnterpreteerd. Vermoedelijk gaat het om objecten van antropogene aard, zoals recent afval, ankers, kettingen en kabels. Op een locatie is bekend dat hier de resten van een oude navigatieboei liggen.

- *Indien deze fenomenen als antropogeen worden geïdentificeerd, om welke classificatie gaat het hier dan (archeologische objecten, niet-geëxplodeerde explosieven (NGE) en baggerobstakels?*

Zes locaties zijn geclassificeerd als mogelijke archeologische aandachtsgebieden. Bij drie locaties gaat het om mogelijke deels begraven wrakresten. Op één locatie liggen de vermoedelijk resten van een oude navigatieboei. Op de twee overige locaties is aan het bodemoppervlak niets te zien, maar verwijzen magnetische anomalieën naar begraven ijzeren objecten.

Geen van de locaties is aangemerkt als NGE. Hierbij moet worden aangetekend dat de interpretatie van de contacten berust op basis van best professional judgement. Ervaring opgedaan tijdens onderzoeken in het verleden vormt hierbij het referentiekader. Daarom kan nooit volledig worden uitgesloten dat zich op betreffende locaties toch archeologische resten van waarde of NGE's kunnen voorkomen.

Op basis van de *side scan sonar* opnamen zijn in totaal op vijftig locaties contacten aan het bodemoppervlak waargenomen die groter zijn dan 1 meter in minimaal een dimensie. Deze objecten kunnen baggerobstakels vormen.

Op basis van de magnetometeropnamen zijn op 98 locaties magnetische anomalieën waargenomen, die wijzen op het voorkomen van ijzeren objecten. Een beperkt aantal komt overeen met de *side scan sonar* contacten. Bij de overige anomalieën zijn geen structuren of objecten zichtbaar aan het bodemoppervlak, wat betekent dat deze objecten begraven zijn in de waterbodem. Vermoedelijk gaat het hier om verloren ankers, kettingen en kabels.

- *Indien deze fenomenen als natuurlijk worden geïdentificeerd: om welke natuurlijke fenomenen gaat het hier dan?*
Natuurlijke fenomenen die duidelijk zichtbaar zijn in de opnamen zijn asymmetrische zandgolven, zie ook onderstaand.
- *Is het mogelijk om op basis van het akoestische beeld zones met een hoge middelhoge of lage activiteit van de waterbodem aan te wijzen?*
Uit de sonar- en multibeamopnamen blijkt dat de bodem in het gebied bestaat uit zandgolven met een golflengte van gemiddeld 15 meter en een hoogte van ca 50cm. De zandgolven zijn noordwest-zuidoost georiënteerd en zijn asymmetrisch met de lange zijde richting het zuidwesten, wat betekent dat de dominante stroomrichting naar het noordoosten is.
- *Wat is de relatie tussen de aangetroffen objecten en het reliëf van de bodem?*
Een aantal objecten zijn duidelijk deels begraven in de bodem. Bij deze contacten zijn (voornamelijk) aan de noordoostzijde slijpgeulen gevormd in de waterbodem.
- *Kan er aan de hand van de beschikbare gegevens uitspraken gedaan worden over de samenstelling van de waterbodem?*
Uit de *side scan sonar* en multibeamopnamen blijkt duidelijk dat in het hele plangebied uniforme zandgolven en ribbels voorkomen. Dit soort structuren ontstaan alleen in een zandige bodem bij een dominante stroomrichting.

- *Indien geen akoestische fenomenen worden waargenomen, zijn er dan aanwijzingen dat dit het gevolg is van de erosie of sedimentatie of van menselijk handelen?*

Binnen het onderzoeksgebied zijn meerdere akoestische fenomenen waargenomen, dus deze vraag is niet van toepassing.

Vragen met betrekking tot antropogene objecten/site

- Zijn er indicaties over de ouderdom?
- Wat zijn de vermoedelijke dimensies van de site?
- Wat is de aard en conditie van de waargenomen objecten?

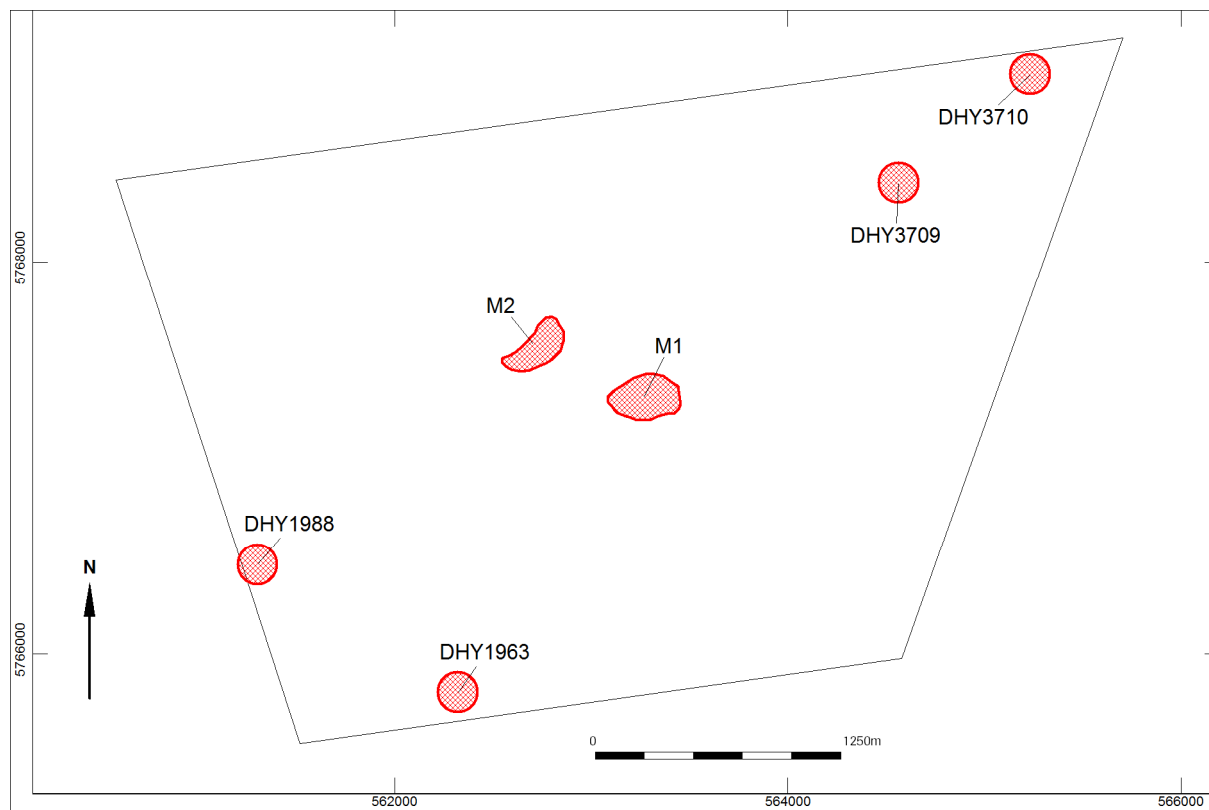
Drie van de duidelijk zichtbare objecten zijn eerder waargenomen door Rijkswaterstaat, de oudste meldingen dateren van 1988. Op basis van de verzamelde gegevens kan de werkelijk ouderdom niet worden bepaald, noch de aard en conditie van de objecten.

Vragen met betrekking tot methoden en technieken

- *In hoeverre voldoen de geofysische gegevens om het verwachtingsmodel te toetsen?*
De geanalyseerde geofysische data zijn geschikt als eerste toets voor de aanwezigheid van scheeps- en vliegtuigwrakken. Prehistorische resten bevinden zich op diepere niveaus in de waterbodem en kunnen daarom zeker niet met de gehanteerde methoden worden opgespoord.
- *In het verlengde van het voorgaande: is aanvullend onderzoek nodig?*
De remote sensing technieken zoals toegepast in het onderhavig onderzoek (side scan sonar, magnetometer en multibeam) zijn uitgevoerd in het op dit moment hoogst haalbare resolutie. Alleen gericht duikonderzoek of de toepassing van een ROV (Remotely Operated Vehicle) kan nadere informatie verschaffen.
- *Is het mogelijk aan de hand van dit onderzoek een uitspraak te doen over de inrichting van de toekomstige archeologische begeleiding en zo ja, welke?*
Geadviseerd wordt om een passieve begeleiding uit te voeren, waarbij de uitvoerder en/of de toezichthouder gewezen dienen te worden op deze mogelijkheid en de plicht om in overeenstemming met de algemene wet en regelgeving vondsten te melden bij het bevoegd gezag.
- *Indien eventuele archeologische waarden niet kunnen worden behouden, welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van deze waarden (hun ligging, aard en datering) voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*
Geadviseerd wordt om de mogelijk archeologische aandachtsgebieden te ontzien bij de zandwinning tot een afstand van 100 meter rondom de centrumlocaties. Mocht dit in de praktijk niet haalbaar zijn dan dient vastgesteld te worden of deze locaties inderdaad objecten van archeologische waarde bevatten. Dit kan plaatsvinden door middel van een inventariserend veldonderzoek onder water, bijvoorbeeld door middel van een duik- of ROV-onderzoek.

6. Advies

Op zes locaties binnen het plangebied zijn structuren of objecten aangetroffen waarvan niet met zekerheid kan worden gesteld dat het niet om archeologische waarden gaat. Wel kan geconcludeerd worden dat deze objecten en structuren baggerobstakels kunnen vormen. Geadviseerd wordt daarom deze locaties met een straal van 100 meter rondom te ontzien bij de zandwinning. Mocht dit niet haalbaar zijn, dan wordt geadviseerd om de aard van deze objecten en structuren vast te stellen door middel van een inventariserend veldonderzoek onder water door middel van duikinspecties of een ROV-onderzoek.



Afbeelding 33. Overzicht van de locaties die ontzien dienen te worden bij de zandwinning.

Voor het plangebied wordt geadviseerd om tijdens de werkzaamheden in het gebied (passieve) archeologische begeleiding in het bestek op te nemen, omdat het nog steeds mogelijk is dat archeologische resten zich volledig afgedekt in de ondergrond bevinden. In het geval een vondst wordt gedaan tijdens de werkzaamheden, dient conform de Monumentenwet 2007 het bevoegd gezag onmiddellijk van de vondst in kennis te worden gesteld.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Overzicht van de locaties die ontzien dienen te worden bij de zandwinning.....	3
Afbeelding 2. Locatie van het plangebied.....	9
Afbeelding 3. Locatie van de zandwingebieden.....	10
Afbeelding 4. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.....	11
Afbeelding 5. Ligging van het plangebied op de Pascaert uit 1676 van Johannes van Keulen.....	12
Afbeelding 6. Ligging van het plangebied op de kaart uit 1852 van Jacob Swart.....	13
Afbeelding 7. Paleogeografie rond 9100 cal BP (uit: Hijma 2009) met een projectie van het plangebied (in rood).....	14
Afbeelding 8. Paleogeografie rond 8500 cal BP (uit: Hijma 2009) met een projectie van het plangebied (in rood).....	15
Afbeelding 9. Boorkern B180655 (bron: DINO-loket).....	16
Afbeelding 10. Overzichtskaat archeologie- en natuurwaarden van het Nederlands Continentaal Plat.....	18
Afbeelding 11. Detail van de archeologische verwachtingskaart Noordzee.....	19
Afbeelding 12. Overzicht van bekende wrakken en objecten in- en in de omgeving van het plangebied.....	20
Afbeelding 13. De Coastal Surveyor 2 van Acta Marine.....	24
Afbeelding 14. Schematisch overzicht meetvaartuig en apparatuur.....	24
Afbeelding 15. The Edgetech 4145 side scan sonar vis.....	25
Afbeelding 16. De Geometrics magnetometer.....	25
Afbeelding 17. Kleurendieptekaart op basis van multibeamopnamen.....	29
Afbeelding 18. Voorbeeld van een side scan sonaropname in het plangebied.....	31
Afbeelding 19. Magnetische anomalieën kaart.....	32
Afbeelding 20. Bekende en aangetroffen side scan sonar en magnetometercontacten geplot op de kleurendieptekaart.....	33
Afbeelding 21. Overzicht van de archeologische aandachtsgebieden.....	35
Afbeelding 22. Detailkaart van locatie DHY 1963.....	36
Afbeelding 23. Detailkaart van locatie DHY 1988.....	37
Afbeelding 24. Detailkaart van locatie DHY 3709.....	38
Afbeelding 25. Details van locatie DHY 3709/3712.....	39
Afbeelding 26. Detailkaart van locatie DHY 3710.....	40
Afbeelding 27. Details van locatie DHY 3710.....	41
Afbeelding 28. Detailkaart van gebied M1.....	42
Afbeelding 29. Sonarcontact nr 22 in gebied M1.....	43
Afbeelding 30. Detailkaart van gebied M2.....	44
Afbeelding 31. Sonarcontacten in gebied M2.....	45
Afbeelding 32. Side scan sonar contact nr 49.....	45
Afbeelding 33. Overzicht van de locaties die ontzien dienen te worden bij de zandwinning.....	51

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden.....	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Definitie van het plangebied.....	9
Tabel 4. Overzicht van de bekende wrakken en obstructies in de directe omgeving van het plangebied op 16 april 2013.....	21
Tabel 5. Personele inzet veldonderzoek.....	24
Tabel 6. Samenvatting van de zes archeologische aandachtgebieden.....	35
Tabel 7. Gespecificeerde archeologische verwachting voor plangebied.....	47

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	Omschrijving
<i>AMZ</i>	Archeologische MonumentenZorg
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Atlanticum</i>	Het Atlanticum is een tijdvak in de tijdschaal voor Noordwest-Europa. Het duurde ongeveer van ongeveer 9220 tot 5660 v Chr.
<i>Back-barrier</i>	Barrière afzettingen, klassieke sequentie van wadafzettingen die in een getijdengebied voorkomen
<i>CPT</i>	Cone Penetration Test of sondering. Door de fysieke weerstand van de ondergrond kan de samenstelling van de bodem worden vastgesteld
<i>Eemien</i>	Het geologisch tijdperk is een tijdvak binnen het <i>Pleistoceen</i> . Het Eemien duurde van 0,116 tot 0,128 Ma. Het werd voorafgegaan door het Saalien en gevolgd door het Weichselien. Samen met het <i>Weichselien</i> vormt het het Laet <i>Pleistoceen</i> .
<i>Footprint</i>	Gebied dat door 1 bundel van een <i>multibeam</i> systeem wordt gemeten. Is afhankelijk van de waterdiepte onder het <i>multibeam</i> systeem en de openingshoek van de beam of bundel. Bepalend voor de resolutie van de uiteindelijke resultaten.
<i>Holoceen</i>	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
<i>In situ</i>	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
<i>Keileem</i>	Glaciale afzetting, leem dat grind en keien bevat
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>Magnetometer</i>	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
<i>Multibeam echosounder</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de Waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het <i>Holoceen</i>
<i>PvE</i>	Programma van Eisen
<i>ROV</i>	Remotely Operated Vehicle
<i>Saalien</i>	Geologisch tijdvak binnen het <i>Pleistoceen</i> , die duurde van 0,238 tot 0,128 Ma. Het Saalien is een glaciaal dat werd gevolgd door het Eemien. Het Saalien was de laatste periode waarin het Scandinavische landijs tot in Midden-Nederland kwam.
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidsignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfolgie en type te classificeren
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
<i>Subbottom profiler</i>	Akoestisch systeem waarmee in twee dimensies in de bodem kan worden gekeken. Vergelijkbaar met de seismische profielen die gebruikt worden in de olie-industrie
<i>Survey</i>	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
<i>TNO-NITG</i>	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
<i>Vibrocure</i>	Boringen waarbij een buis door middel van elektrische of hydraulisch pulsing de bodem in wordt gedreven
<i>Weichsel(ien)</i>	Geologisch tijdvak binnen het <i>Pleistoceen</i> , die duurde van 116.000 tot 11.500 jaar geleden. Het Weichselien komt na het <i>Eemien</i> en wordt opgevolgd door het <i>Holoceen</i> .

Referenties

Literatuur

- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: *Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland*, Delft.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 45, 9-56.
- Deltares/TNO, in voorbereiding. Geologisch onderzoek Zandwingebied P19J
- Dijkstra, H. En F.C.J. Ketelaar, 1965: Brittenburg, raadsels rond een verdrongen ruïne, Bussum
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), *De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust*, 89-102.
- Hessing, W.A.M., C. Sueur, P.C. Vos en S. Webster, 2005: *Maasvlakte 2: Archeologisch Vooronderzoek Fase 1, bureauonderzoek, Risico-analyse en Aanbevelingen voor vervolgstappen*, (Vestigia rapport V165), Amersfoort.
- Hijma, M., 2009: *From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands*, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, *RDIJ rapport 2003-13a*.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): *Koningen van de Noordzee, 250-850*, Leeuwarden / Nijmegen.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: *Archeologie onder water, het verleden van een varende volk*, Amsterdam.
- Maarleveld, Th. J., 1998: *Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies*, Almere.
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-Holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. *Journal of Sedimentary Research*, 75-3, p 409-419.
- Ronde, J.G. de, J.J. van der Werf, A. Giardino, S. van Heteren en J.M. de Kok, 2009: *Verkenning Capaciteit Maasgeul*, (Deltares project 1200725-000) Delft.
- Rijkswaterstaat Directie Noordzee, 2001: Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee 2.
- Schüttenhelm, R.T.E. en C. Laban, 2005: Heavy minerals, provenance and large scale dynamics of seabed sands in the Southern North Sea: Baak's (1936) heavy mineral study revisited, Amsterdam (Quaternary International, Vol. 133-134, mei 2005, p. 179-193).
- Van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M. en Waldus, W.B., 2009. Inventariserend veldonderzoek zandwingebied Maasvlakte 2. Periplus Archeomare rapport 08A025
- Verhart, L., 2005: Een verdrongen land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), *de Prehistorie van Nederland*, 157-160.
- Waasdorp, J.A., 1999: *Van Romeinse soldaten en Cananefaten*, Den Haag.

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten TNO-NITG; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Europees wrakkenregister (www.wrecksite.eu)

Overige bronnen

- Archis II, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- SonarReg database Rijkswaterstaat Noordzee
- KNA Waterbodems 3.1
- Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water (LWAOW)

Bijlage 1. Lijst met Side scan sonarcontacten

Nr	WGS84 UTM31N		Omschrijving	Interpretatie	Afmetingen (m)			Diepte in m (tov LAT)
	Easting	Northing			L	B	H	
1	560906	5767111	klein contact	onbekend object	1.0	0.9	0.1	-22.86
2	560972	5767760	cluster van 3 kleine contacten	cluster objecten	7.8	2.2	0.1	-23.94
3	561283	5766310	klein contact	onbekend object	1.5	1.0	0.1	-23.58
4	561304	5766454	hoekig contact, taps toelopend naar een kant	wrak	8.4	2.4	0.3	-23.07
5	561349	5766820	rond contact	onbekend object	1.9	1.8	0.1	-23.56
6	561499	5767426	onregelmatig contact	onbekend object	4.5	1.3	0.1	-23.57
7	561891	5767088	rond contact	onbekend object	1.6	1.5	0.1	-22.87
8	562017	5766064	bodemverstoring	bodemverstoring	5.6	2.0	0.0	-23.68
9	562146	5767777	contact	onbekend object	2.8	1.2	0.0	-23.35
10	562225	5765884	bodemverstoring	bodemverstoring	3.3	1.6	0.0	-23.64
11	562302	5767169	langwerpig gebogen contact	onbekend object	8.0	0.7	0.2	-22.96
12	562322	5765804	cluster van kleine (<1m) contacten	cluster objecten	37.8	33.6	0.0	-23.78
13	562329	5767781	langwerpig contact, taps toelopend	onbekend object	5.2	1.6	0.2	-23.36
14	562429	5767049	langwerpig contact met slijpgeul parallel aan kleiner contact op 20m afstand	onbekend object	6.8	1.6	0.3	-23.34
15	562431	5767034	langwerpig gebogen contact parallel aan 14	onbekend object	4.0	1.5	0.1	-23.07
16	562612	5767778	klein contact	onbekend object	1.7	0.7	0.1	-23.06
17	562738	5767565	klein contact	onbekend object	2.2	1.1	0.1	-23.32
18	562767	5767499	langwerpig gebogen contact	onbekend object	3.5	0.9	0.2	-23.24
19	562777	5767339	klein contact	onbekend object	1.0	0.9	0.1	-23.00
20	562936	5767564	bodemverstoring	bodemverstoring	11.8	8.3	0.1	-22.97
21	563052	5767144	contact	onbekend object	2.8	1.0	0.0	-23.14
22	563100	5767308	bodemverstoring	onbekend object	8.9	6.9	0.0	-23.11
23	563125	5768304	langwerpig slingeren contact	ketting	9.7	0.1	0.1	-22.67
24	563182	5767568	klein contact	onbekend object	1.4	0.8	0.1	-22.72
25	563409	5768323	langwerpig contact	onbekend object	4.3	1.2	0.1	-22.61
26	563424	5768503	langwerpig contact	onbekend object	4.4	1.2	0.1	-22.48
27	563528	5768170	klein contact	onbekend object	1.4	0.8	0.2	-22.87
28	563553	5766968	bodemverstoring	bodemverstoring	21.8	7.0	0.0	-23.09
29	563587	5767316	klein contact	onbekend object	2.3	1.0	0.2	-22.67
30	563626	5767197	langwerpig contact	ketting	9.6	0.1	0.1	-22.99
31	563665	5768055	bodemverstoring	bodemverstoring	7.2	3.5	0.1	-22.90
32	563703	5768299	langwerpig contact	onbekend object	3.3	0.8	0.1	-22.66
33	563755	5767546	langwerpig dun slingerend contact, mogelijk kabel	kabel	34.6	0.0	0.0	-22.23
34	563833	5768066	rechthoekig contact	onbekend object	1.8	1.2	0.2	-23.22
35	563863	5766492	contact met slijpgeul	onbekend object	3.2	1.1	0.2	-22.76
36	563947	5768134	klein contact	onbekend object	1.1	0.5	0.1	-23.06
37	563997	5767731	langwerpig contact	onbekend object	3.6	0.8	0.2	-22.51
38	564017	5768146	klein contact	onbekend object	1.4	0.7	0.1	-23.03
39	564139	5766811	bodemverstoring	bodemverstoring	4.5	3.2	0.0	-22.75
40	564320	5767961	cluster van een tiental kleine objecten	cluster objecten	24.8	11.5	0.0	-22.74
41	564328	5767812	ovaal contact, sterke reflectie	onbekend object	3.9	1.6	0.1	-22.97
42	564393	5767434	langwerpig contact	onbekend object	2.6	0.8	0.1	-22.57
43	564396	5767841	klein contact	onbekend object	1.7	0.9	0.1	-22.97
44	564509	5767616	contact	onbekend object	2.2	1.3	0.2	-22.97
45	564563	5768404	twee grote contacten haaks op elkaar	navigatieboei	8.0	2.0	0.7	-22.37
46	564591	5768351	vierkant contact, hoort mogelijk bij nr 45	onbekend object	1.4	1.4	0.2	-22.74
47	564824	5768232	langwerpig contact	onbekend object	2.9	1.1	0.1	-22.53
48	564884	5768077	bodemverstoring	bodemverstoring	5.8	4.5	0.0	-22.65
49	565166	5768537	onregelmatig contact zonder hoogte	bodemverstoring	7.3	1.0	0.0	-22.54
50	565236	5768950	langwerpig object met slijpgeulen aan oost- en westzijde	mogelijke wrakresten	6.1	4.7	0.4	-22.94

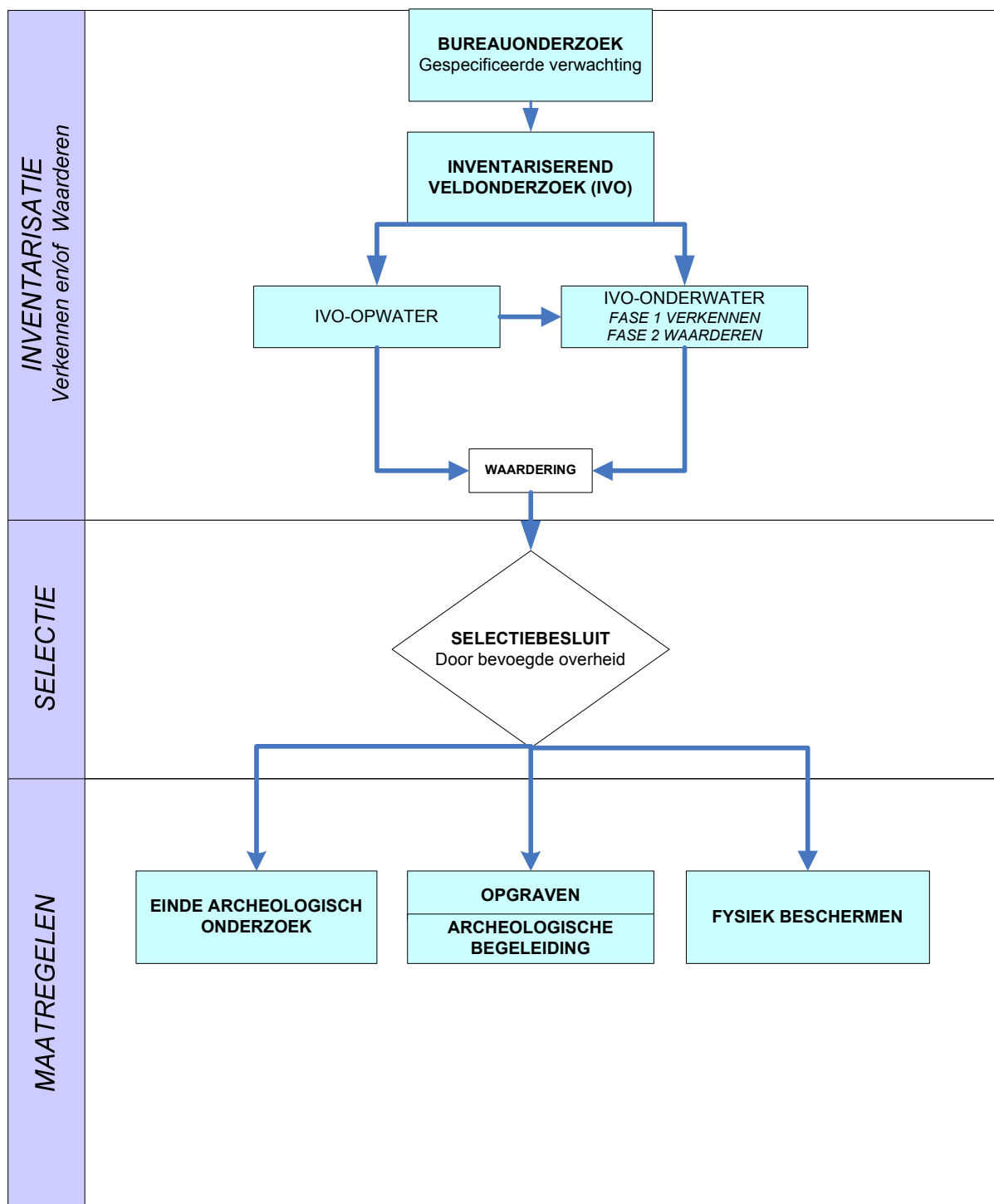
Alle bovenstaande side scan sonar contacten zijn geverifieerd met de multibeamopnamen, waarbij de posities zijn overgenomen van de multibeamdata (die nauwkeuriger zijn dan de side scan sonar gegevens).

Bijlage 2. Lijst met magnetische anomalieën

Anomalie Nr	Magnetische Afwijking ntesla	ED50 UTM31N		WGS84 UTM31N	
		Easting	Northing	Easting	Northing
1	5	560934	5767412	560842	5767202
2	6	561087	5767478	560995	5767268
3	3	561089	5768071	560997	5767861
4	12	561135	5767338	561043	5767128
5	7	561182	5768553	561090	5768343
6	4	561194	5767499	561102	5767289
7	13	561196	5767617	561104	5767407
8	6	561374	5766929	561282	5766719
9	20	561376	5766726	561284	5766516
10	66	561377	5766645	561285	5766435
11	6	561433	5767974	561341	5767764
12	3	561502	5768412	561410	5768202
13	5	561585	5766436	561493	5766226
14	9	561612	5768012	561520	5767802
15	8	561660	5767080	561568	5766870
16	5	561670	5766804	561578	5766594
17	19	561675	5766759	561583	5766549
18	7	561714	5766054	561622	5765844
19	9	561727	5768580	561635	5768370
20	9	561731	5767118	561639	5766908
21	6	561779	5767375	561687	5767165
22	24	561839	5767428	561747	5767218
23	13	561890	5767197	561798	5766987
24	12	561984	5766982	561892	5766772
25	14	562006	5767306	561914	5767096
26	7	562010	5767512	561918	5767302
27	5	562055	5766998	561963	5766788
28	8	562127	5767326	562035	5767116
29	8	562221	5768599	562129	5768389
30	5	562253	5767542	562161	5767332
31	9	562269	5766133	562177	5765923
32	5	562304	5765937	562212	5765727
33	6	562358	5767041	562266	5766831
34	9	562360	5766838	562268	5766628
35	22	562400	5765995	562308	5765785
36	69	562442	5766062	562350	5765852
37	12	562495	5767180	562403	5766970
38	9	562635	5767767	562543	5767557
39	12	562655	5767706	562563	5767496
40	17	562706	5768008	562614	5767798
41	20	562721	5767727	562629	5767517
42	13	562738	5767669	562646	5767459
43	3	562768	5768621	562676	5768411
44	27	562856	5767886	562764	5767676
45	60	562877	5767840	562785	5767630
46	11	562969	5766585	562877	5766375
47	6	563130	5767673	563038	5767463
48	16	563201	5767629	563109	5767419
49	77	563217	5768600	563125	5768390
50	5	563231	5767023	563139	5766813
51	14	563250	5767530	563158	5767320
52	16	563299	5767534	563207	5767324
53	11	563356	5767415	563264	5767205
54	20	563371	5767601	563279	5767391

Anomalie	Magnetische Afwijking	ED50 UTM31N		WGS84 UTM31N	
		Easting	Northing	Easting	Northing
55	14	563399	5767504	563307	5767294
56	17	563440	5767565	563348	5767355
57	40	563465	5766353	563373	5766143
58	22	563502	5767474	563410	5767264
59	11	563504	5767515	563412	5767305
60	11	563564	5766569	563472	5766359
61	7	563572	5766832	563480	5766622
62	4	563608	5767733	563516	5767523
63	4	563683	5768063	563591	5767853
64	6	563696	5767283	563604	5767073
65	22	563755	5767707	563663	5767497
66	20	563809	5767038	563717	5766828
67	18	563897	5768231	563805	5768021
68	9	563925	5767891	563833	5767681
69	116	563953	5767585	563861	5767375
70	14	564000	5768535	563908	5768325
71	37	564013	5768582	563921	5768372
72	10	564166	5767512	564074	5767302
73	4	564171	5768026	564079	5767816
74	17	564237	5766206	564145	5765996
75	6	564269	5768854	564177	5768644
76	6	564334	5768948	564242	5768738
77	8	564353	5768146	564261	5767936
78	12	564376	5767174	564284	5766964
79	7	564417	5768112	564325	5767902
80	7	564538	5766767	564446	5766557
81	15	564601	5767631	564509	5767421
82	16	564612	5767556	564520	5767346
83	4	564638	5768991	564546	5768781
84	19	564645	5768617	564553	5768407
85	11	564701	5768583	564609	5768373
86	28	564722	5767306	564630	5767096
87	10	564757	5767403	564665	5767193
88	5	564761	5768180	564669	5767970
89	4	564764	5768046	564672	5767836
90	10	564792	5768962	564700	5768752
91	12	564799	5767146	564707	5766936
92	4	564870	5768515	564778	5768305
93	5	564959	5769023	564867	5768813
94	5	565001	5768934	564909	5768724
95	2	565085	5768945	564993	5768735
96	17	565159	5768843	565067	5768633
97	25	565266	5768781	565174	5768571
98	3	565576	5768721	565484	5768511

Bijlage 3. Protocol KNA Waterbodems



Bijlage 4. CD

Inhoud CD

- **Digitale bestanden**
- **Rapport in PDF-formaat:**

